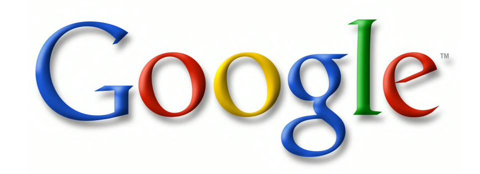
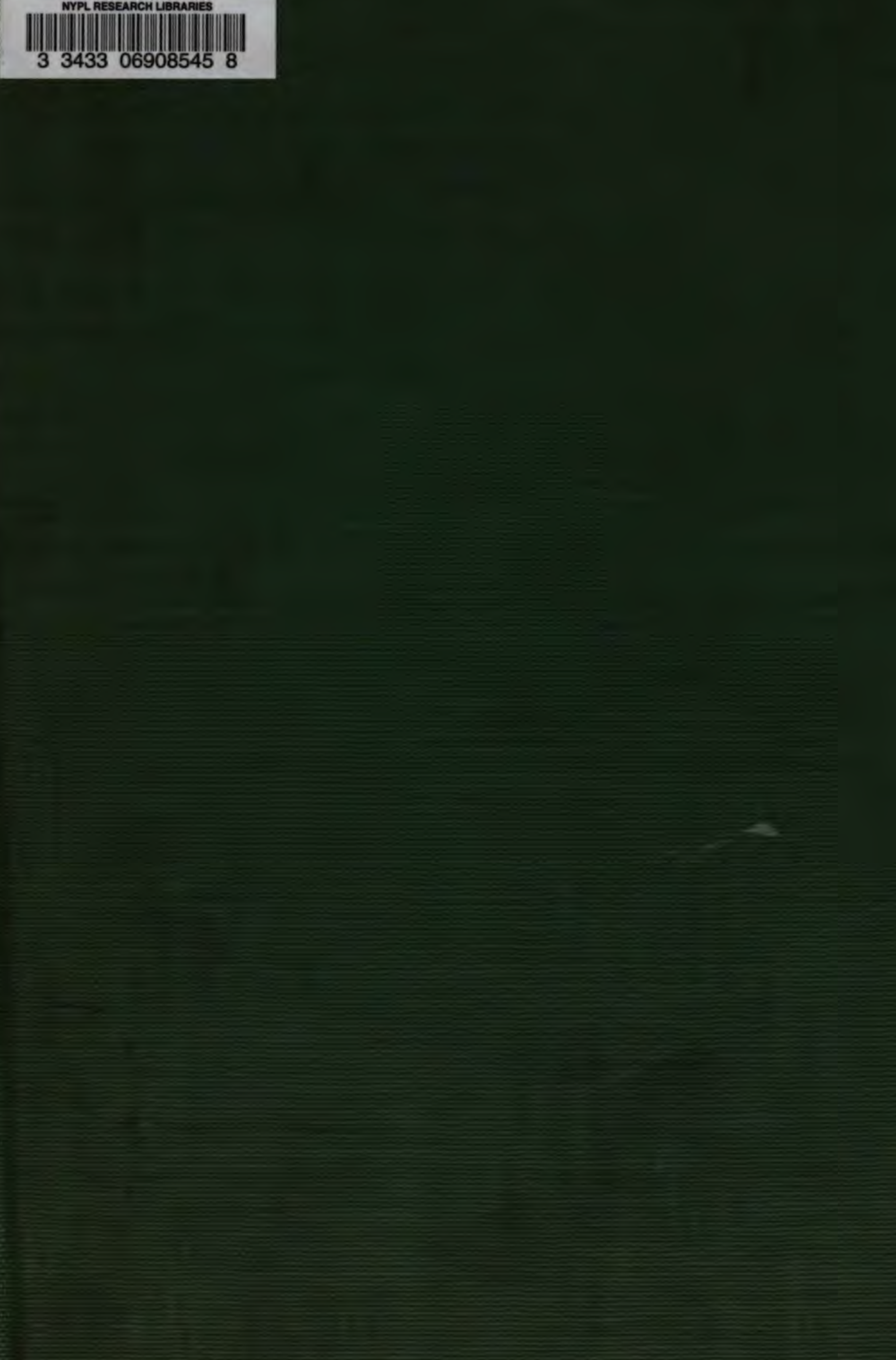
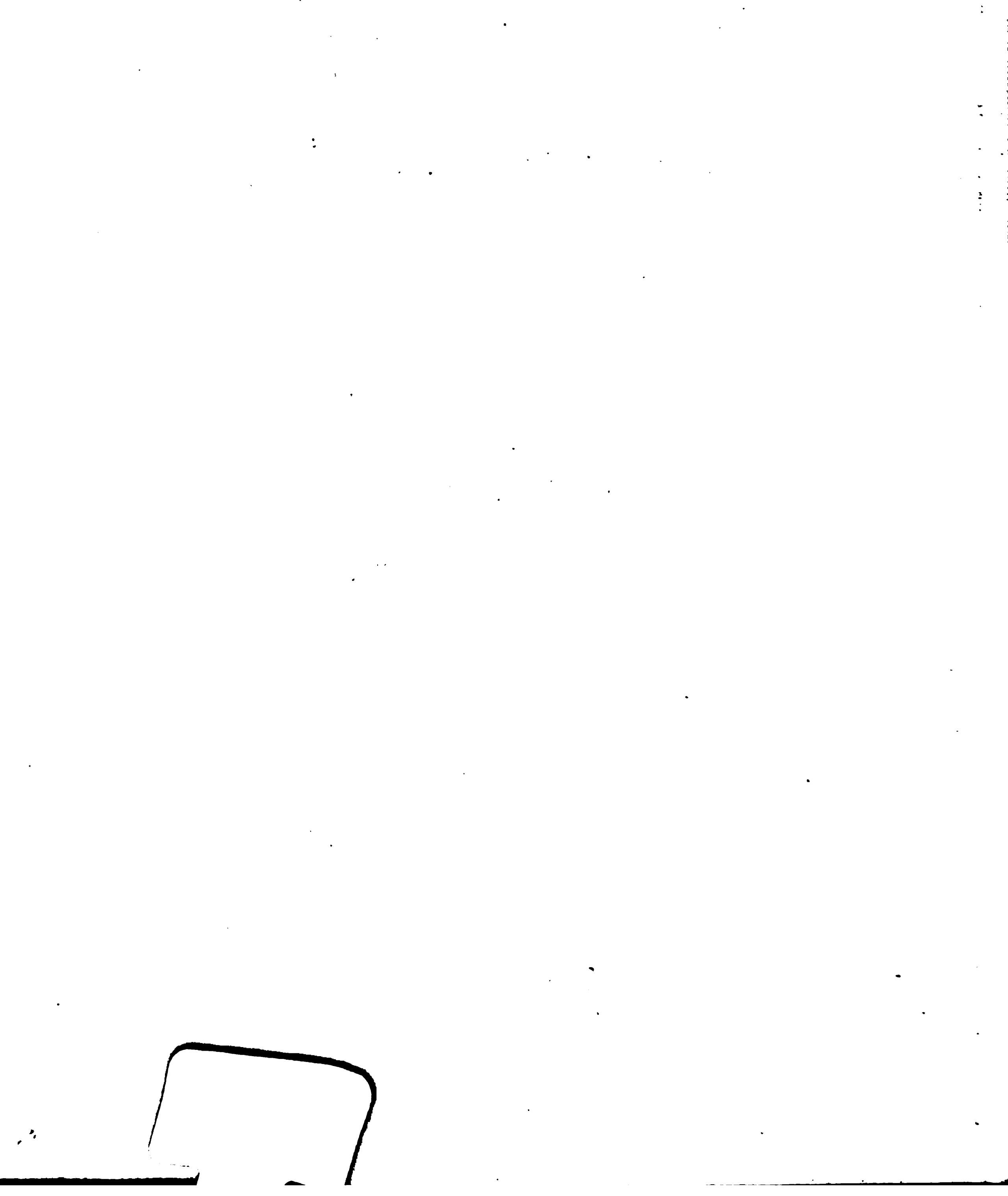



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06908545 8



PAA

PAA

ZEITSCHRIFT

FÜR

INSTRUMENTENKUNDE.

Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung

der zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **C. Bamberg** in Berlin, **C. M. v. Bauernfeind** in München, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **H. Haensch** in Berlin, **E. Hartnack** in Potsdam, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **A. Kundt** in Berlin, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **L. Loewenherz** in Berlin, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **K. Schellbach** in Berlin, **F. Tietjen** in Berlin.

Redaktion: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

Achter Jahrgang 1888.

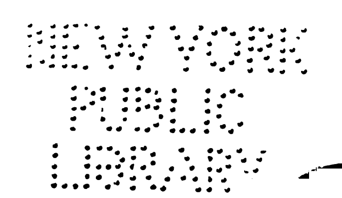
8



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1888.




ASTOR LIBRARY
SEP
29
1891
NEW YORK

Inhalts-Verzeichniss.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Referate.

Vereinsnachrichten.

Patentschau.

Für die Werkstatt.



Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **Januar 1888.** Erstes Heft.

An unsere Leser.

Durch die nunmehr vollzogene Begründung der physikalisch-technischen Reichsanstalt wird unsere Zeitschrift nicht nur mittelbar, zugleich mit der wissenschaftlichen Forschung und der gesammten Technik, reiche Anregung und Unterstützung erfahren, sondern, wie wir hoffen dürfen, auch unmittelbar in mannigfacher Weise gefördert werden.

Zunächst haben wir die Zeitschrift für die Veröffentlichungen der Arbeiten der zweiten (technischen) Abtheilung der Reichsanstalt zur Verfügung gestellt und freuen uns, unsern Lesern mittheilen zu können, dass dieses Anerbieten an maassgebender Stelle angenommen worden ist.

Die Arbeiten der technischen Abtheilung der Reichsanstalt werden auf diese Weise am Schnellsten in den betheiligten Kreisen bekannt werden, und die Zeitschrift wird durch diese Veröffentlichungen eine sehr ansehnliche Bereicherung erfahren, ohne dass sie im Geringsten ihre bisherige Haltung zu ändern braucht.

Zugleich haben wir aber unsern Lesern mitzutheilen, dass der eine der bisherigen Redacteure, Herr Dr. A. Leman, in Folge seiner Anstellung in der Reichsanstalt als kommissarischer ständiger Mitarbeiter seine höchst anerkennenswerthe Thätigkeit an der Zeitschrift, die ihm besonders in Bezug auf die graphische Ausstattung sehr viel zu verdanken hat, von jetzt ab aufgeben wird. Wir hoffen indessen, dass er in Zukunft auch als Beamter der Reichsanstalt in obigem Sinne dazu beitragen wird, den Interessen unserer Leser förderlich zu sein.

Als alleiniger verantwortlicher Redacteur wird von jetzt ab Herr Dr. A. Westphal fungiren. Auf dem besonders von Herrn Dr. Leman bisher bearbeiteten Gebiete der Redactionsgeschäfte wird ihm eine kundige Unterstützung in Herrn Berthold Pensky zur Seite stehen, welcher in Betracht seiner anerkannten Thätigkeit als Mechaniker, sowie seiner jahrelangen Betheiligung an den Messungsarbeiten der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission hierfür vorzüglich geeignet erscheint.

Die Herausgeber.

Zeit- und Meridian-Sucher.

Von

Prof. Dr. **M. Schmidt** in Freiberg.

Wenn von einem Beobachter unter der geographischen Breite φ die Zenithdistanz z eines bekannten Sternes von der Declination δ gemessen wird, so bestehen im Augenblick der Beobachtung zwischen den genannten Grössen, dem Stundenwinkel t und dem Azimuth a des Sternes die beiden Beziehungen:

$$\tan\frac{1}{2}t = \sqrt{\frac{\sin(S-\varphi)\sin(S-\delta)}{\cos S\cos(S-z)}} \quad \text{und} \quad \tan\frac{1}{2}a = \sqrt{\frac{\sin(S-\varphi)\cos(S-z)}{\cos S\sin(S-\delta)}},$$

wobei $S = \dfrac{\varphi+\delta+z}{2}$ ist.

Aus diesen beiden Gleichungen kann man schliessen, dass es möglich sein wird, durch eine Fernrohreinstellung auf einen bekannten Stern die Ortszeit und die Meridianrichtung des Beobachterstandorts anzugeben. Diese theoretische Möglichkeit lässt sich in der That praktisch verwirklichen, wenn man dem Messinstrument folgende Einrichtung giebt.

Die Visirlinie FF' eines Fernrohrs ist um die Axe DD', PP' und ZZ' drehbar. Von diesen Axen soll FF' senkrecht zu DD' und DD' senkrecht zu PP' liegen, während gleichzeitig PP' gegen ZZ' die Neigung $(90-\varphi)$ erhält und ZZ' vertical gestellt ist. Wir haben somit ein parallaktisch aufgestelltes Fernrohr, welches sich um eine verticale Axe ZZ' bewegen lässt; PP' entspricht der Polaraxe, DD' der Declinationsaxe. Hat man nun das Fernrohr um die Declinationsaxe DD' so weit gedreht, dass seine Neigung gegen die Polaraxe $90 \pm \delta$ beträgt und dann durch Drehung im azimuthalen Sinne um die verticale ZZ'-Axe die Polaraxe zugleich mit dem Fernrohre in die Meridianebene des Standortes und zwar so eingerichtet, dass sie parallel mit der Weltaxe steht, so trifft die Fernrohrvisirlinie bei der Drehung um die Polaraxe der Reihe nach alle Punkte, welche dem Parallelkreise angehören, dessen Declination δ ist. Ist das Axensystem in der genannten Weise orientirt, so lässt sich mittels des Fernrohrs, welches dabei nur mehr um die Polaraxe gedreht werden darf, der Stern in seinem Parallelkreise aufsuchen und einstellen, so lange er sich über dem Horizont des Standortes befindet. Ist das Fernrohr mit einem Fadennetz versehen, welches parallel seiner Kippaxe DD' ein Fadenpaar enthält, so läuft der Stern bei der Drehung des Fernrohrs um die Polaraxe fortwährend zwischen diesen Fäden hin.

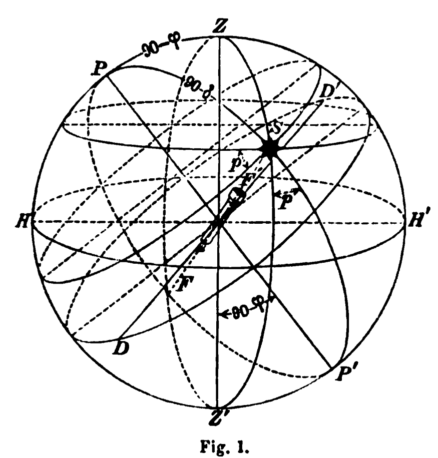


Fig. 1.

Ist dagegen die Polaraxe nicht in der Meridianebene gelegen, sondern schliesst sie mit derselben den Horizontalwinkel α ein, so trifft auch die Fernrohrvisirlinie die Himmelskugel im Allgemeinen nicht im Parallelkreise des Sternes, dessen Declination δ ist, sondern in einer anderen Kreislinie, welche von jener im azimuthalen Sinne um den Winkel α absteht. Es lässt sich in diesem letzten Falle der Stern durch Drehen des Fernrohrs um die Polaraxe allein nicht zwischen die Parallelfäden bringen, sondern es gelingt diese Einstellung erst dann, wenn das Fernrohr

mit der Polaraxe PP' um die verticale Axe ZZ' im azimuthalen Sinne um den Winkel α gedreht worden ist.

Durch die letzterwähnte Drehbewegung rückt aber zugleich die Polaraxe in die Meridianebene und es kann auf diese Art ein zweites in der Verticalebene der Polaraxe oder parallel zu dieser liegendes Hauptfernrohr mechanisch in die Meridianrichtung gebracht werden. Die auf den Stern eingestellte Visirrichtung FF' liegt in der Ebene des Declinationskreises, welche mit der Meridianebene den Stundenwinkel des Gestirnes einschliesst; misst man daher die Drehung der Visirebene um die Polaraxe, welche erforderlich ist, um das Fernrohr in die Meridianebene zu bringen, so giebt die Grösse derselben den Stundenwinkel des Sternes oder, wenn die Sonne das Beobachtungsobject bildet, die wahre Ortszeit.

Bezüglich der Genauigkeit der mechanischen Meridianbestimmung ist Folgendes zu überlegen. Der Ort S des Sternes (Fig. 1) ist hier als Durchschnittspunkt eines Höhen- und eines Parallelkreises der Himmelskugel zu betrachten, welche bei der Rotation der Visirlinie FF' um die beiden Axen PP' und ZZ' an dieser beschrieben werden. Die Genauigkeit, mit welcher die Lage dieses Schnittpunktes sich praktisch bestimmen lässt, ist aber wesentlich abhängig von der Grösse des Schnittwinkels der beiden Kreislinien; dieser Winkel ist derselbe, welchen die Ebene des Declinationskreises und der Verticalkreis des beobachteten Sternes mit einander bilden, d. h. also von gleicher Grösse mit dem sogenannten parallaktischen Winkel p, für welchen wir den Ausdruck haben:

$$\sin p = \frac{\cos\varphi \sin a}{\cos\delta}.$$

Der Schnittwinkel p wird um so günstiger, je mehr er sich dem Betrage 90° nähert, je grösser also $\sin p$ ist; letzterer Werth giebt ein relatives Maximum für $\sin a = 1$ oder für $a = 90°$, d. h. für die Stellung des Sternes im ersten Vertical. Andererseits ist aber $\sin p$ auch noch dem Verhältniss $\cos\varphi/\cos\delta$ proportional. Der grösste Werth, welchen dieses Verhältniss annehmen kann, wenn gleichzeitig $\sin a = 1$ gesetzt wird, ist ebenfalls 1 und dieser Fall tritt ein, wenn $\varphi = \delta$ ist. Von Interesse ist noch die Einführung des Werthes $\delta = 0$; wird hierbei gleichzeitig $a = 90°$ gewählt, also die Beobachtung im ersten Vertical ausgeführt, so wird

$$\sin p = \cos\varphi, \text{ oder } p = 90 - \varphi,$$

d. h. der Schnittwinkel p ist dem Complement der Polhöhe oder der Aequatorhöhe gleich. Man erhält also in niederen Breiten durch Beobachtung der dem Aequator nahe stehenden Sterne die schärfsten Resultate. Die Beobachtung von Sternen in der Nähe ihrer Culminationsstellung giebt dagegen keine brauchbaren Schnittwinkel; ebenso ist die Lage des Standortes in hohen Breiten für die Beobachtung eine ungünstige.

Nach dem erläuterten Princip hergestellte Apparate, die jedoch ausschliesslich für Sonnenbeobachtungen eingerichtet sind, wurden unseres Wissens zuerst durch den Amerikaner W. Burt in Michigan im Jahre 1836 angewendet und sind gegenwärtig unter der Bezeichnung *Solar Attachement* und *Solar Compass* bei der Vermessung der *U. S. Public Lands* im allgemeinen Gebrauch. Die constructive Ausführung dieser Instrumente ist ebenso mannigfaltig als ihre Verbindung mit allen Arten von Feldmesserbussolen und mit Bussolen versehenen Feldtheodoliten, bei welchen sie zur täglichen Bestimmung der Magnetabweichung die vorzüglichsten Dienste leisten.

Die bisher bekannt gewordenen amerikanischen Constructionen dieses auch für Reisebeobachtungen sehr nützlichen Instrumentes genügen jedoch hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit nicht ganz unseren Wünschen und Bedürfnissen, da sie die Meridianrichtung günstigenfalls nur bis auf 5 oder 6 Bogenminuten auffinden lassen. Ihre Einrichtung gestattet nicht, durch Compensationsmessung die Axen- und Justirungsfehler unschädlich zu machen oder auch dieselben in einfacher Weise aufzufinden und zu verbessern. Wir haben deshalb den Versuch unternommen, das Instrument von seinen wesentlichen constructiven Mängeln zu befreien und dasselbe gleichzeitig auch für Sternbeobachtungen benutzbar zu machen. Die Ausführung dieses hier abgebildeten und nach den angegebenen Gesichtspunkten verbesserten Instrumentes, welches wir nach seinem wichtigsten Gebrauchszweck als „Meridiansucher“ bezeichnen, erfolgte in befriedigendster Weise durch das mechanische Institut von Hildebrand & Schramm in Freiberg i. S.

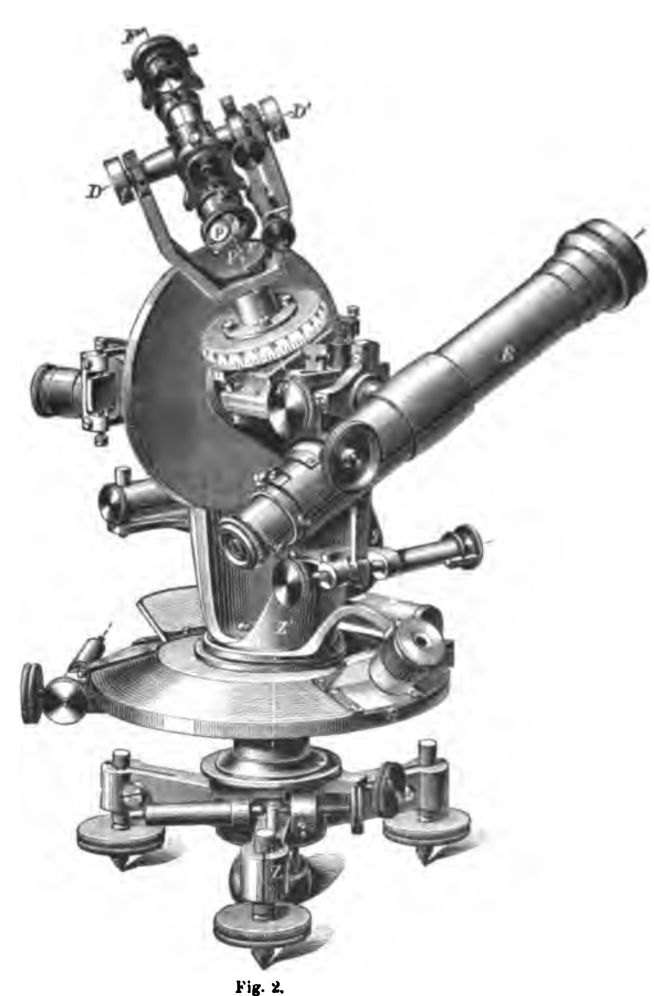


Fig. 2.

In Fig. 2 ist der Meridiansucher in Verbindung mit dem an Stelle des centrischen Fernrohres in die Fernrohrstützen eingelegten excentrischen Fernrohr *R* eines der vorzüglichen Feld- und Grubentheodoliten des genannten Instituts dargestellt. Unser Meridiansucher kann übrigens auch mit jedem andern zum Höhenmessen eingerichteten Theodoliten verbunden werden; er gestattet nicht allein eine sehr vollkommene Axenberichtigung, sondern auch Wiederholung der Messung in der zweiten Fernrohrlage und dadurch Compensation der Axenfehler; er kann ebensogut für Stern-Beobachtungen als für Sonnen-Beobachtungen angewendet werden und giebt die Meridianrichtung innerhalb 1 Bogenminute genau.

Der Meridiansucher (Fig. 3) besteht aus einem kleinen zum Durchschlagen eingerichteten astronomischen Fernrohr *FF'* von 10 cm Länge und sechsfacher Vergrösserung, dessen gabelförmige Stütze sich um einen mit der horizontalen Theodolitaxe rechtwinklig und justirbar verbundenen conischen Zapfen dreht, welcher die Polaraxe des Instrumentes bildet. Die Queraxe des Fernrohrs entspricht der Declinationsaxe der parallaktischen Aufstellung; sie trägt eine Klemm- und Feinstellvorrichtung und ist an ihren Enden mit cylindrischen Verstärkungen *ff* zur Auf-

nahme einer Reiterlibelle versehen, welche auch auf die cylindrischen Fernrohrringe $f' f'$ gestellt werden kann, und in beiden Stellungen vor dem Herunterfallen durch einen Stift gesichert ist, der in zwei auf der oberen und unteren Fernrohrseite angesetzte, conisch ausgebohrte Kopfschrauben *s* passt. Die Büchse, in welcher die Polaraxe läuft, trägt an ihrem unteren Ende den in Viertelstunden getheilten Stundenkreis, dessen Ableseindex auf der Befestigungsplatte festsitzt und durch Schätzung einzelne Zeitminuten angiebt. Löst man die am oberen Ende der Polaraxe zwischen den Fernrohrstützen sitzende Kopfschraube *r*, so kann der Meridiansucher vom Axenzapfen abgenommen und nebst dem Gegengewicht *g* im Instrumentenkasten untergebracht werden. Der Axenzapfen selbst bleibt in seiner Justirung gänzlich unberührt und wird durch eine übergeschobene Steckhülse vor Beschädigungen geschützt.

Die Berichtigung des Meridiansuchers und seine Verbindung mit der Theodolitaxe hat so zu erfolgen, dass die Polaraxe gut vertical steht, wenn der in seinem Axensystem für sich berichtigte Theodolit mit horizontaler Visirlinie messbereit aufgestellt ist. Die Fernrohrvisirlinie des Suchers ist zuvor mittels der Fadenkreuzschräubchen parallel zur Ringoberfläche und senkrecht zur Declinationsaxe zu stellen, welche letztere selbst normal zur Polaraxe gelagert ist. Diese Justirungen lassen sich mit Hilfe der Aufsatzlibelle nach denselben Methoden ausführen, welche auch bei der Axenberichtigung des Theodoliten angewendet werden.

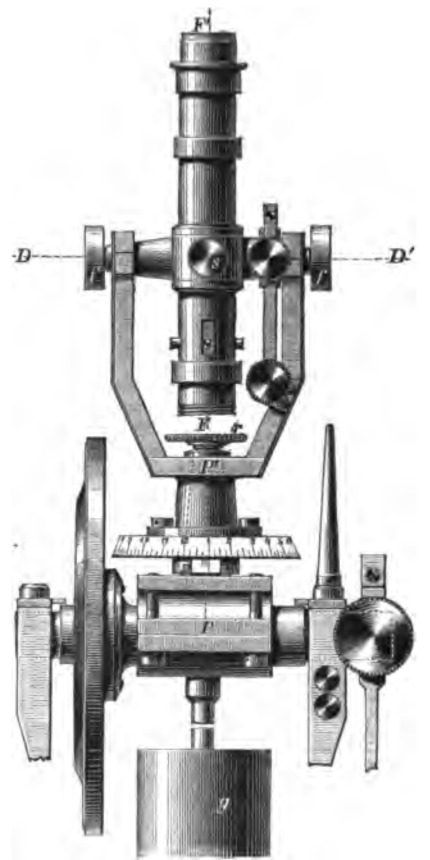


Fig. 3.

Soll mit dem zuvor gehörig berichtigten Instrument eine Meridianbestimmung ausgeführt werden, so hat man zunächst den Theodoliten gut nivellirt aufzustellen, sein Fernrohr mit Hilfe des Höhenkreises in die horizontale Lage zu bringen und das Sucherfernrohr mit dem Theodolitfernrohr parallel zu richten. Letzteres geschieht entweder dadurch, dass man durch beide Fernrohre nach einem und demselben entfernten Zielpunkt visirt, oder wenn eine entsprechende Berichtigung des Stundenkreisindexes vorausgegangen ist, durch eine Einstellung desselben auf den Nullpunkt.

Das Sucherfernrohr muss nun soweit gekippt werden, dass seine Visirlinie mit der Polaraxe den Winkel $90 \pm \delta$ einschliesst. Man erreicht dies dadurch, dass man am Theodolithöhenkreis den verlangten Neigungswinkel einstellt und die Höhenkreisaxe in dieser Stellung festgeklemmt lässt, bis das Sucherfernrohr mittels der aufgesetzten Reiterlibelle in die horizontale Lage zurückgebracht ist und durch Anziehen seiner Klemmschraube eine fernerhin unverändert bleibende Neigung von $90 \pm \delta$ gegen die Polaraxe erhalten hat.

Schliesslich giebt man noch unter wiederholter Benutzung des Höhenkreises der Polaraxe die Neigung $90 - \varphi$ gegen die Verticale und damit ist der Sucher für die Beobachtung selbst vorbereitet.

Der ausgewählte Stern kann nunmehr in das Gesichtsfeld des Sucherfernrohres gebracht werden, wenn die Theodolitalhidade gelöst ist und der Sucher um die Polaraxe und mit dieser um die Alhidadenaxe in passendem Sinn gedreht wird. Die letzte feine Einstellung des Sternes wird am Besten durch freihändiges Drehen des Suchers um die Polaraxe und durch Feinstellung mittels des Alhidadenmikrometerwerkes ausgeführt. Die Polaraxe und das Theodolitfernrohr stehen jetzt in der Meridianrichtung und diese selbst kann von der Alhidade abgelesen werden, während der Stundenkreisindex den Stundenwinkel des eingestellten Sternes anzeigt.

Da die Beseitigung der Axenfehler des Meridiansuchers auch durch die sorgfältigste Berichtigung niemals ganz gelingen wird, so ist es zweckmässig, den Einfluss dieser Fehler dadurch unschädlich zu machen oder wenigstens zu vermindern, dass man die Einstellung des Sternes mit durchgeschlagenem Sucherfernrohr wiederholt und beide Resultate zu einem Mittelwerthe vereinigt.

Bei starker Neigung des Sucherfernrohres oder bei unbequemer Stellung des Auges hinter oder neben dem Höhenkreise wird das Visiren durch ein vorgesetztes Ocularprisma p, welches bei Sonnenbeobachtungen mit Blendglas zu versehen ist, erleichtert. Das Fadennetz des Suchers besteht ausser den einfachen feinen Kreuzfäden, die zum Einstellen von Sternen dienen, aus zwei stärkeren, sich rechtwinklig kreuzenden Fadenpaaren, deren Abstand so bemessen ist, dass sie von vier diametralen Randstellen des in das mittlere Fadenviereck gestellten Sonnenbildes schmale Segmente abschneiden; hierdurch ist das scharfe centrische Einstellen der Sonne in sehr einfacher Weise gesichert. Da sich der Gebrauch des Meridiansuchers wesentlich auf Höhenbeobachtungen gründet, so darf der Einfluss der Strahlenbrechung nicht unberücksichtigt bleiben. Es muss vielmehr wegen der durch die Refraction geänderten Höhe der Gestirne auch die Neigung des Sucherfernrohres etwas modificirt werden.

Bezeichnet man mit R die Refraction im verticalen Sinne und mit p wieder den parallaktischen Winkel, so wird durch die Refraction in der Richtung des Declinationskreises eine Winkeländerung $\Delta\delta = R\cos p$ bedingt. Um diesen Betrag ist die Poldistanz des Sucherfernrohrs bei der Einstellung der Declination stets zu vermindern. Zur Berechnung des Werthes von $\cos p$ bedient man sich des Ausdrucks:

$$\tan p = \frac{\sin t}{\tan\varphi\cos\delta - \sin\delta\cos t},$$

welcher für $\delta = 0$ die einfache Form annimmt:

$$\tan p = \frac{\sin t}{\tan\varphi}.$$

Die Werthe von $\cos p$ stellt man am Zweckmässigsten in einer kleinen Tafel zusammen, welche für Intervalle von t gleich ganzen Stunden und für Breitenwerthe φ, welche von Grad zu Grad fortschreiten, ein für allemal berechnet wird. Für R genügt es, die mittlere Refraction einzuführen, deren Werth auf Grund einer bis auf ganze Grade vorzunehmenden Höhenbeobachtung des einzustellenden Gestirnes ebenfalls einer bereitgehaltenen Tafel entnommen wird. Diese beiden Tabellen werden von den mechanischen Werkstätten, welche sich mit der Anfertigung des Meridiansuchers befassen, am Besten dem gelieferten Instrumente gleich beigegeben. Für unseren Handgebrauch pflegen wir eine etwas anders eingerichtete Tafel zu benutzen, aus welcher die Werthe von $R\cos p$ für die Declinationen 0°, 5°, 10°, 15° und 20° unmittelbar entnommen werden können; wir theilen diese Tafel nachstehend mit:

Tafel der Werthe $R \cos p$.

·unden-	Declination.								
	+20°	+15°	+10°	+5°	0°	−5°	−10°	−15°	−20°
					Für die Breite 30°.				
0h	10″	15″	21″	27″	33″	40″	48″	57″	1′ 8″
2	14	19	25	31	38	46	54	1′ 9	1 18
3	20	26	32	39	47	55	1′ 6	1 19	1 36
4	32	39	46	52	1′ 6	1′ 19	1 35	1 57	2 29
5	1′ 0	1′ 10	1′ 24	1′ 52	2 7	2 44	3 46	5 43	13 6
					Für die Breite 35°.				
0h	15″	21″	27″	33″	40″	48″	57″	1′ 8″	1′ 21″
2	20	25	32	38	46	55	1′ 5	1 18	1 35
3	26	33	39	47	56	1′ 7	1 21	1 38	2 0
4	39	47	56	1′ 7	1′ 20	1 36	1 59	2 32	3 25
5	1′ 7	1′ 20	1′ 38	2 0	2 34	3 29	5 14	10 16	
					Für die Breite 40°.				
0h	21″	27″	33″	40″	48″	57″	1′ 8″	1′ 31″	1′ 39″
2	25	32	39	46	52	1′ 6	1 19	1 35	1 57
3	33	40	48	57	1′ 8	1 21	1 38	2 2	2 36
4	47	55	1′ 6	1′ 19	1 36	1 58	2 30	3 21	4 59
5	1′ 15	1′ 31	1 51	2 20	3 5	4 25	7 34	25 18	
					Für die Breite 45°.				
0h	27″	33″	40″	48″	57″	1′ 8″	1′ 31″	1′ 39″	2′ 2″
2	32	39	46	52	1′ 6	1 19	1 35	1 57	2 29
3	40	47	56	1′ 7	1 21	1 38	2 0	2 34	3 29
4	54	1′ 4	1′ 16	1 33	1 54	2 24	3 11	4 38	8 15
5	1′ 23	1 41	2 5	2 41	3 40	5 40	12 2		
					Für die Breite 50°.				
0h	33″	40″	48″	57″	1′ 8″	1,31″	1′ 39″	2′ 2″	2′ 36″
2	38	46	55	1′ 6	1 18	1 35	1 57	2 28	3 19
3	47	56	1′ 6	1 19	1 36	2 29	2 31	3 23	5 2
4	1′ 2	1′ 14	1 29	1 48	2 16	2 58	4 18	6 59	19 47
5	1 30	1 51	2 19	3 4	4 22	7 28	24 10		

Die Tafel ist dem *Illustrated Catalogue and Price Liste of Civil Engineers and Surveyors Instruments, W. & L. E. Gurley, Troy N. Y.* entnommen; ebendaselbst findet sich Abbildung und Beschreibung des *Patent Solar Attachement* in Verbindung mit einem Compasstheodoliten, sowie Burt's *Solar Compass.* Beschreibungen und Abbildungen ähnlicher Instrumente sind auch in dem Preiskatalog der Mitarbeiter dieser Zeitschrift, der Firma Buff & Berger in Boston enthalten.

Die Farben-Correction der Fernrohr-Objective von Gauss und von Fraunhofer.

Von

Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

Vor längerer Zeit habe ich die Eigenschaften des von Gauss angegebenen Fernrohrobjectives mit dem Fraunhofer'schen Objectiv, als dessen Typus das Objectiv des Königsberger Heliometers nach Bessel's klassischer Beschreibung gilt, sowie mit dem von Steinheil damals zum Photographiren des Venusdurchganges construirten Objective verglichen und gezeigt, dass das Gauss'sche Objectiv eine ungleiche

Vergrösserung für Strahlen von verschiedener Farbe liefert und ausserdem nur ein kleines Gesichtsfeld verträgt[1]); dieses ist der Grund, aus welchem man bis heute an der in diesen Beziehungen besseren Fraunhofer'schen Construction des Fernrohr-Objectives festhält, so dass nur wenig Gauss'sche Objective überhaupt vorhanden sein mögen. Auf der Naturforscher-Versammlung in Berlin (1886) fanden sich nun in der wissenschaftlichen Ausstellung auf's Neue zwei Objective Gauss'scher Construction; dieselben waren aus Jenaer Glas von Dr. S. Czapski in Jena berechnet und von C. Bamberg in Berlin ausgeführt worden. Ich habe in Folge dieses äusseren Anlasses mich mit erneutem Interesse diesem Gegenstande zugewendet und gebe nun in Folgendem das seit meiner ersten Veröffentlichung darüber von mir angesammelte Material. Hauptsächlich in Bezug auf das secundäre Spectrum mag dasselbe von Interesse sein, weil zu erwarten stand, dass das neue Objectiv aus Jenaer Glas in dieser Beziehung günstiger hergestellt werden konnte, als solches vordem möglich war.

I. Die Gauss'sche Bedingung.

Ein optisches System liefert in allen Beziehungen fehlerfreie Bilder, wenn allen auffallenden Strahlen dieselben Haupt- und Knotenpunkte und dieselben Brennpunkte zukommen, welche der mittlere Axenstrahl, das heisst ein Strahl mittlerer Brechbarkeit, welcher in der optischen Axe des Systemes liegt, hat[2]). Es ist demgemäss vollkommen frei von Kugelabweichung, wenn diese Punkte dieselben sind für alle möglichen Strahlen derselben Farbe, welche von einem Objecte in oder ausser der Axe kommen und auf irgend welche Punkte der Oeffnung treffen. Alle aus der Nicht-Uebereinstimmung der Cardinalpunkte für die grosse Anzahl von Strahlen herrührenden Fehler eines optischen Systemes gehören in das Gebiet der Kugelgestalt-Fehler[3]). Nach dem allgemein üblichen Sprachgebrauch ist aber ein optischer Apparat dann frei von Kugelabweichung, wenn ein am Rande und ein nahe der Axe auffallender Strahl, die aus demselben Punkte der Axe kommen, sich nach der Brechung wieder in einem Punkte der Axe vereinigen[4]). Daneben spricht man, um die anderen von der Nichtproportionalität der Berechnung der Strahlen herrührenden Fehler zu bezeichnen, von Verzerrung[5]), von gleichzeitiger Hebung des Kugelgestaltfehlers über das ganze Gesichtsfeld[6]) oder für Objecte in verschiedenen Entfernungen (Herschel'sche Bedingung), vom sogenannten „Kreuzen" der Strahlen[7]) oder vom Astigmatismus u. s. f. Die Auswahl der zu erfüllenden Bedingungen muss bei der Construction eines optischen Apparates den zur Verfügung stehenden Mitteln und den geforderten Leistungen angepasst werden.

Ebenso ist die verschiedene Brechbarkeit der verschiedenfarbigen Strahlen Ursache einer ganzen Reihe von Fehlern. Im Allgemeinen werden die Cardinalpunkte aller in derselben Richtung und an derselben Stelle auf das optische System fallenden Strahlen von verschiedener Wellenlänge eine verschiedene Lage haben, und wenn diese Abweichung selbst für zwei Farben gehoben ist, so ist wegen der Nichtproportionalität der Zerstreuung in den verschiedenen zu dem optischen System benutzten Glasarten dieses für Strahlen anderer Farbe nicht der Fall, wenn auch

[1]) Vergleichung einiger Objectiv-Constructionen. Inaug. Diss. München 1873. — [2]) Steinheil, Götting. Nachr., 1865, S. 133. — [3]) Eine eingehende Behandlung der zunächst liegenden Fälle s. L. Seidel, Astron. Nachr. 1027 bis 1029. — [4]) L. Seidel, Astron. Nachr. No. 835 S. 302 u. No. 1028 S. 313. — [5]) L. Seidel, Astron. Nachr. No. 1029 S. 321. — [6]) L. Seidel, Astron. Nachr. No. 1029 S. 326. — [7]) L. Seidel, Astron. Nachr. No. 1028 S. 319.

dieser Fehler der secundären Farben bei Anwendung entsprechender Gläser aus dem Glastechnischen Laboratorium in Jena jetzt bedeutend geringer ausfällt als früher. Wäre dieser Fehler nun aber wirklich streng gehoben, so wäre er es nicht ohne Weiteres für alle solche Strahlen, welche zwar von demselben Punkte ausgehen, das System aber in anderer Entfernung von der Axe treffen und vollends nicht für Strahlen, die von anderen Punkten herrühren. Von allen diesen Fehlern bezeichnet man aber nur den Abstand der Brennpunkte von einander für zwei in der optischen Axe auf das System fallende verschiedenfarbige Strahlen mit „Abweichung wegen der Farbenzerstreuung"[1]) und das Verschwinden dieses Abstandes gemeinhin mit Achromasie des Systemes. Alle anderen von der verschiedenen Brechbarkeit der Strahlen verschiedener Wellenlänge herrührenden Fehler brauchen nicht vernichtet zu sein, wenn man von einem Systeme allgemein behauptet, es sei achromatisch und auch hier wird es einer besonderen Betrachtung bedürfen, welchen ferneren hierher gehörigen Bedingungen man bei einem bestimmten optischen Apparate noch weiter genügen will und kann.

Ein Apparat, welcher frei von den Abweichungen wegen der Kugelgestalt und wegen der Farbenzerstreuung ist, erfüllt also nur drei Bedingungen:

1. Er besitzt eine gegebene Brennweite,
2. er vereinigt einen nahe der Axe und einen am Rande der Oeffnung auffallenden, von demselben Punkte der Axe kommenden Strahl derselben Farbe nach der Brechung an sämmtlichen Flächen in einem Punkt der Axe,
3. er vereinigt einen Axenstrahl von einer anderen Farbe ebenfalls in demselben Punkt der Axe.

Schliesst man die Dicken der Linsen und ihren Abstand von einander als Elemente der Construction aus, so wird vorstehenden drei Bedingungen bereits Genüge geleistet durch das sogenannte „ineinander gepasste" Objectiv, wie es schon von Boscovich vorgeschlagen wurde und seit Fraunhofer als Fernrohr-Objectiv für kleinere Dimensionen angewendet wird[2]). Hier sind, da die beiden inneren Radien einander gleich gemacht werden, drei Krümmungen als Elemente verwerthbar.

Sobald man über ein Element mehr verfügen kann, die Gleichheit der inneren Radien eines Objectives aus zwei Linsen also aufgiebt, so ist man im Stande, eine fernere Bedingung zu erfüllen, denn zu jeder wie immer gebogenen positiven Crownglaslinse kann eine negative Flintglaslinse berechnet werden, welche bei gegebener Brennweite des ganzen Objectives den Kugelgestalt- und den Farbenfehler aufhebt, so dass die Form eines solchen Systemes erst festgelegt ist durch die Einführung einer weiteren Bedingung. Als vierte Bedingung ist nun von verschiedenen Theoretikern und Praktikern eine ganze Reihe von Bedingungen vorgeschlagen und in Rechnung und Praxis eingeführt worden.

Aeltere Theoretiker sprachen diese vierte Bedingung meistens in der Form aus, dass sie über das Verhältniss der beiden Radien der Crownglaslinse zu einander eine bestimmte Annahme machten. Euler setzte, um die Kugelabweichung dieser Linse zu einem Minimum zu machen, dieses Verhältniss $= 1 : 7$[3]), Klügel,

[1]) G. S. Klügel Dioptrik 1778. S. 108. J. J. Littrow Dioptrik 1830 S. 70. — [2]) Steinheil, Math. Physik. Classe d. Kgl. bayr. Akad. 1867 S. 284. Betrachtet man das Verhältniss der Dicken beider Linsen zu einander als variabel, so kann einer weiteren Bedingung genügt werden. (S. Scheibner, Math. Phys. Classe d. sächs. Akad. d. Wiss. II. Bd. § 13.) — [3]) L. Euler, Dioptrica.

um möglichst kleine Brechungen zu erhalten $= 1:3$[1]); an anderer Stelle machte er beide Radien gleich[2]) und erreichte dadurch möglichst geringe Krümmungen der brechenden Flächen und in Folge dessen möglichst grosse Oeffnung und Helligkeit des Objectives. Diese Bedingung hielt auch Littrow für die wichtigste[3]) und gab zur Berechnung solcher Objective eine eigene Tafel[4]). Bohnenberger hielt es dagegen für vortheilhafter, das Verhältniss der Radien der Crownglaslinse $= 2:3$ anzunehmen[5]).

Welche Bedingung Fraunhofer als vierte bei der Construction des nach ihm benannten ausgezeichneten Fernrohrobjectives für grössere Dimensionen seinen Rechnungen zu Grunde legte, ist lange zweifelhaft gewesen und es sind hierüber eine Reihe von Vermuthungen aufgestellt worden[6]), doch scheint es wahrscheinlich, dass er bemüht war, den Kugelgestaltfehler über das ganze Gesichtsfeld möglichst zu heben[7]). — Herschel gab eine Form des Objectives aus zwei Linsen an, bei welcher der Kugelgestaltfehler für Objecte in verschiedenen Entfernungen gleichzeitig gehoben ist[8]).

Während die bisher aufgezählten Bedingungen sich sämmtlich beziehen auf Fehler, welche von der Kugelgestalt der brechenden Flächen herrühren, führte Gauss zuerst als vierte Bedingung die ein, dass auch ein Randstrahl der zweiten Farbe sich nach der Brechung mit den drei anderen in Rechnung gezogenen Strahlen in einem Punkte der Axe vereinige[9]) und es soll nun ganz allgemein gezeigt werden, in welchem Verhältniss diese Gauss'sche Bedingung zu den gewöhnlichen Bedingungen der Kugelabweichung und der Farbenzerstreuung steht.

Zu diesem Zwecke sei: $n:1$ das Brechungsverhältniss bei dem Uebergange aus Luft in eine Linse für Strahlen von mittlerer Brechbarkeit, welches sich in $(n + \Delta n):1$ verwandelt, wenn man zu einem Strahl anderer Farbe übergeht; r der Abstand des Punktes, in welchem der Strahl die erste brechende Fläche trifft, von der Axe (innerhalb einer durch die Axe gelegten Ebene nach der einen Seite positiv, nach der andern negativ gedacht), welches sich verändert in $(r + \Delta r)$, wenn man übergeht zu einem an anderer Stelle auffallenden Strahl desselben Büschels; a der Abstand desjenigen Punktes, in welchem der Strahl nach Brechung an allen Flächen die Axe trifft, von einem festen in der Axe angenommenen Punkte.

Dann ist a eine Function von n und r, also

$$a = f(r, n).$$

Denkt man sich r durch $(r + \Delta r)$ ersetzt und n durch $(n + \Delta n)$, d. h. geht man von dem zuerst betrachteten Strahl über zu einem solchen demselben Büschel angehörigen, der gleichzeitig in einem anderen Abstande von der Axe auffällt und von anderer Farbe ist, so kann der veränderte Werth von a:

$$a' = f(r + \Delta r, n + \Delta n)$$

nach dem Taylor'schen Satze nach Potenzen der beiden als klein angenommenen Grössen Δr und Δn zugleich entwickelt werden:

[1]) G. S. Klügel. Comment. Götting. 1795—98. Vol. XIII. — [2]) G. S. Klügel, Dioptrik S. [illegible]. — [3]) J. J. Littrow, Dioptrik S. 127. — [4]) Daselbst S. 136, so auch Prechtl's Dioptrik S. [illegible] u. Zeitschr. f. Math. und Phys., Baumgärtner & Ettinghausen II. u. III. Heft. — [5]) Zeitschrift für Astronomie I. S. 279. — [6]) Von Herschel, Biot, Seidel, Steinheil. Eine Zusammenstellung derselben bei Steinheil a. a. O. S. 285. — [7]) L. Seidel. Astron. Nachr. No. 1026, S. 326. — [8]) Transact. of the R. Soc. 1821 S. 222. — [9]) C. F. Gauss. Ueber die achromatische Doppellinse. Zeitschr. f. Astronomie 4. S. 345 u. Gauss' Werke 5. S. 507.

$$
\begin{aligned}
a' = a &+ \frac{df}{dr}\Delta r + \frac{1}{1.2}\frac{d^2f}{dr^2}\Delta r^2 + \frac{1}{1.2.3}\frac{d^3f}{dr^3}\Delta r^3 + \ldots \\
&+ \frac{df}{dn}\Delta n + \frac{1}{1.2}\frac{d^2f}{dr\,dn}\Delta r\,\Delta n + \frac{1}{1.2.3}\frac{d^3f}{dr^2\,dn}\Delta r^2\,\Delta n + \ldots \\
&+ \frac{1}{1.2}\frac{d^2f}{dn^2}\Delta n^2 + \frac{1}{1.2.3}\frac{d^3f}{dr\,dn^2}\Delta r\,\Delta n^2 + \ldots \\
&+ \frac{1}{1.2.3}\frac{d^3f}{dn^3}\Delta n^3 + \ldots,
\end{aligned}
$$

wobei alle Differentialquotienten diejenigen Zahlenwerthe haben, welche sich mit den ursprünglich vorausgesetzten r und n ergeben.

Setzt man voraus, dass der zuerst betrachtete Strahl in der Axe selbst auffällt, so ist $r = 0$; alsdann bezeichnet Δr allein den vorher $(r + \Delta r)$ genannten Abstand des Punktes, in welchem der zweite Strahl einfällt, von der Axe; statt des Δr in diesem Falle soll der Einfachheit halber ρ geschrieben werden. Unter dieser Voraussetzung ist aber klar, dass die Grösse a' denselben Werth haben muss für zwei Strahlen, die sich dadurch unterscheiden, dass der eine ebensoviel über, wie der andere unter der Axe auffällt, d. h. für zwei Strahlen, deren ρ einander gleich und entgegengesetzt sind, als nothwendige Folge der Symmetrie des Apparates und des Strahlenbüschels um die Axe. Es müssen deshalb in der Entwicklung von a' alle diejenigen Glieder fehlen (in Folge identischen Verschwindens der Zahlenwerthe der Differentialquotienten, mit welchen sie multiplicirt sind), welche mit ungeraden Potenzen von ρ multiplicirt sind. Man erhält dann den bedeutend einfacheren Ausdruck:

$$
\begin{aligned}
a' - a = &\frac{1}{2}\frac{d^2f}{dr^2}\rho^2 + \ldots \\
&+ \frac{df}{dn}\Delta n + \frac{1}{1.2.3}\frac{d^3f}{dn\,dr^2}\Delta n\,\rho^2 + \ldots \\
&+ \frac{1}{2}\frac{d^2f}{dn^2}\Delta n^2 + \frac{1}{1.2.3}\frac{d^3f}{dn^3}\Delta n^3 + \ldots
\end{aligned}
$$

Die sphärische Abweichung für einen Strahl mittlerer Brechbarkeit wird nun erhalten, wenn man $\Delta n = 0$ setzt. Sie ist also

I) . . . . $a_1 - a = \frac{1}{2}\frac{d^2f}{dr^2}\rho^2 + \frac{1}{1.2.3.4}\frac{d^4f}{dr^4}\rho^4 + \ldots$

Die Aufhebung des Kugelgestaltfehlers für den Strahl mittlerer Brechbarkeit bedingt also die Vernichtung dieser Glieder oder des ersten derselben, falls man die anderen als irrelevant ansieht; d. h. die Gleichung

$$\frac{d^2f}{dr^2} = 0$$

muss erfüllt werden.

Die Farbenabweichung in der Richtung der Axe für einen Strahl, der in der Mitte des Objectives auffällt, wird erhalten, wenn man in der Hauptgleichung $\rho = 0$ setzt. Sie findet sich:

II) . . . . $a_2 - a = \frac{df}{dn}\Delta n + \frac{1}{2}\frac{d^2f}{dn^2}\Delta n^2 + \ldots$

Soll sie vernichtet sein, so muss diese Reihe verschwinden. Bei den Näherungsformeln wird der Factor df/dn in ihrem ersten Gliede gleich Null gemacht[1]).

Betrachtet man endlich einen seitwärts der Axe auffallenden Strahl, dessen Brechung nicht die mittlere ist, so haben ρ und Δn gleichzeitig Werthe, welche

[1]) Eine Entwicklung dieser Reihen s. Seidel Astron. Nachr. No. 835.

von Null verschieden sind. Wenn jedoch die Fehler I) und II) bereits gehoben, also die betreffenden Glieder in der Gleichung schon vernichtet sind, so reducirt sich in Folge dessen der Ausdruck auf:

$$\text{III)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad a_2 - a = \frac{1}{2}\frac{d^3 f}{d r^2 d n}\rho\,\Delta n + \ldots$$

Die Gleichung $a_2 - a = 0$ stellt nun die Gauss'sche Bedingung dar.

Sind der gewöhnlichen Annahme zufolge die Grössen ρ^2 und Δn beide klein, so ist das Anfangsglied dieses Ausdruckes und demgemäss der ganze Ausdruck viel kleiner, als die Anfangsglieder von I) und II) sein würden, wenn nicht für die Vernichtung ihrer Coefficienten ausdrücklich gesorgt worden wäre; d. h. wenn die gewöhnlichen Voraussetzungen über ρ^2 und Δn zutreffen und man die sphärische Abweichung für Strahlen mittlerer Brechbarkeit (I) und die Farbenzerstreuung für Farben, die in der Axe auffallen (II), gehoben hat, so ist der Fehler in der Vereinigungsweite für einen am Rande einfallenden Strahl von anderer Farbe (III) von selbst auf eine kleine Grösse höherer Ordnung reducirt[1]), also die Gauss'sche Bedingung nahezu erfüllt.

Deshalb nehmen die optischen Constructionen, bei welchen obige Voraussetzungen zutreffen, z. B. das Fraunhofer'sche Objectiv, noch Rücksicht auf die Forderung, etwa auch noch das Anfangsglied in III) zu vernichten.

Die Gauss'sche Bedingung kann nun ebenso wohl aufgefasst werden als sich beziehend auf die Abweichung wegen der Kugelgestalt wie auf diejenige wegen der Farbenzerstreuung, denn der Ausdruck III) stellt die Farbenzerstreuung für Strahlen dar, die am Rande auffallen, oder die Kugelabweichung der Strahlen von anderer als mittlerer Brechbarkeit; beides ist ein und dasselbe.

Es zeigt sich nun bei näherem Eingehen in die Praxis vollauf bestätigt, was schon die Betrachtung der soeben geführten Entwicklung lehrt, dass nämlich die Bedeutung der Gauss'schen Bedingung keine sehr grosse ist, ja dass selbst, wenn man sich lediglich auf die Betrachtung eines von der Mitte des Gesichtsfeldes herkommenden Büschels einschränkt, andere Bedingungen sich als wichtiger herausstellen; so vor allem diejenige, dass die Reihe I) nicht nur für einen Werth von ρ vernichtet werde, sondern für zwei verschiedene, etwa gleichzeitig für den am Rande und für den in $^2/_3$ so grosser Entfernung von der Mitte auffallenden Strahl.

Endlich kann man die bisher gemachten Betrachtungen über die Veränderungen, welche die Lage des Brennpunktes erleidet, wenn man die Grössen r und n verändert, d. h. Strahlen von anderer Auffallshöhe und anderer Brechbarkeit untersucht, in derselben Weise durchführen für die Veränderungen in der Lage des Hauptpunktes, welche durch den Uebergang vom mittleren Axenstrahl auf dieselben anderen Strahlen bedingt sind. Die beiden hierher gehörigen Fehler sind:

Die Verzerrung, hervorgerufen durch das Nichtzusammenfallen der Hauptpunkte für den mittleren Axenstrahl und den mittleren Randstrahl.

Die ungleiche Grösse der verschiedenfarbigen Bilder, bedingt durch das Nichtzusammenfallen der Hauptpunkte für die beiden verschiedenfarbigen Axenstrahlen.

Seidel hat die Bedingung für das Verschwinden des zuletzt angeführten Fehlers ebenfalls entwickelt[2]) unter der Voraussetzung, dass der Fehler der Farbenzerstreuung, bereits gehoben sei, und hat gezeigt, dass, wenn man dieser Bedingung genügt hat, gleichzeitig auch die Forderung erfüllt ist, dass die verschiedenfarbigen Bilder nicht

[1]) Littrow Dioptrik S. 126. — [2]) Astron. Nachr. No. 871 S. 115.

nur in eine Ebene fallen sollen für ein Object, sondern auch für andere etwas nähere oder entferntere Objecte.

Wenn man also ausser der Farbenabweichung (im gewöhnlichen Sinne) noch einen von der verschiedenen Brechbarkeit der verschiedenfarbigen Strahlen herrührenden Fehler vernichten will, so bietet sich als wichtigster derjenige der ungleichen Farbenvergrösserung dar, d. h. die Herbeiführung des Zusammenfallens nicht nur der Brennpunkte, sondern auch der Hauptpunkte, für zwei verschiedenfarbige Axenstrahlen. In diesem Falle wird das System stabil achromatisch, d. h. Strahlen von zweierlei Farbe, welche vor der Brechung an der ersten Fläche des Systemes demselben weissen Strahl angehörten, treten nach der letzten Brechung nicht nur nach demselben Punkte der Axe zielend, sondern auch unter demselben Winkel und an derselben Stelle aus, wieder einen weissen Strahl bildend. Auch diese Bedingung findet man bei dem Fraunhofer'schen Objective nahezu erfüllt.

Bei Apparaten mit ausgedehntem Gesichtsfelde wird man aber gut thun, sich nicht nur auf die Untersuchung eines Bildpunktes in der Axe zu beschränken, sondern auch einen Bildpunkt ausser der Axe zu untersuchen, so dass man, wenn man überhaupt nur vier Bedingungen erfüllen kann, am Besten als vierte eine solche wählt, welche sich auf diesen zweiten Bildpunkt bezieht.

(Fortsetzung folgt.)

Die mechanische Temperaturcompensation des Bifilars.

Von

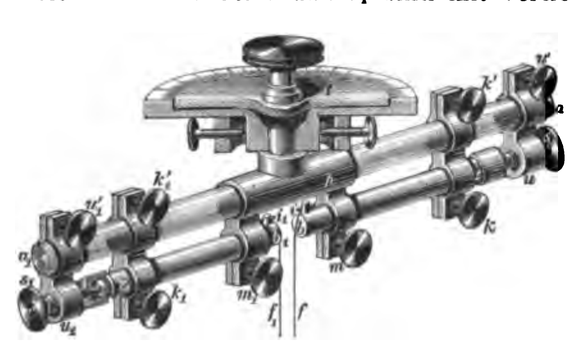
Von Dr. J. Liznar in Wien.

Das zur Messung der Variationen der Horizontalcomponente des Erdmagnetismus am Häufigsten angewendete und wohl auch verlässlichste Instrument ist das Bifilar. Auf die Angaben desselben hat die Temperatur einen bedeutenden Einfluss, so dass ohne genaue Kenntniss des Temperaturcoefficienten (Aenderung im Stande des Bifilars um 1°) aus den Lesungen desselben die wahren Aenderungen der Horizontalintensität nicht abgeleitet werden können. Wenn es schon unangenehm ist, Bifilarablesungen von nur wenigen Tagesstunden wegen des Temperatureinflusses zu corrigiren, so wird diese Arbeit sehr mühsam, wenn es sich um Reduction von stündlichen Daten handelt. Bei den Magnetographen kommt noch der Uebelstand in Betracht, dass die Curvenordinaten vom Sommer zum Winter sich sehr ändern, daher das Papier, auf welchem die Registrirung erfolgt, ziemlich breit sein muss, wenn nicht bei einer etwaigen Störung das Bild des beweglichen Punktes ausserhalb des Papieres fallen soll.

Es wäre freilich am Zweckmässigsten, durch einen entsprechenden Bau des zur Aufnahme der Variationsinstrumente bestimmten Raumes die Temperaturänderungen auf ein Minimum zu reduciren, wie dies z. B. im Pawlowsker Observatorium geschehen ist; da dies aber theils wegen der grossen Kosten, welche die nöthigen Herstellungen verursachen, theils auch wegen der schon gegebenen nicht immer hinreichend geräumigen Localitäten vielfach unmöglich ist, so muss auf eine Compensation des Temperatureinflusses Bedacht genommen werden. Der erste, der meines Wissens eine mechanische Temperaturcompensation angegeben hat, war

J. A. Broun[1]). Der Einfluss einer Temperaturerhöhung besteht in einer Verminderung des magnetischen Momentes des Magnetstabes und einer Vergrösserung des Drehungsmomentes der Bifilaraufhängung; die Folge hiervon ist eine Drehung des Magnetstabes im Sinne der Torsion der Fäden. Broun schlägt vor, die oberen Enden der Fäden (Drähte) an zwei Metallstäben zu befestigen, die an einem Holzstabe angebracht sind. Jede Steigerung der Temperatur hat bei dieser Anordnung eine Annäherung der Fadenenden zur Folge und wenn diese hinreichend gross ist, so kann dadurch das Drehungsmoment der Bifilaraufhängung soweit verringert werden, dass eine Drehung des Magnetstabes nicht eintritt.

Als ich vor einiger Zeit daran dachte, für das Bifilar des Magnetographen der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien eine mechanische Temperaturcompensation herstellen zu lassen, schien mir die Anordnung nach Broun's Angabe nicht ganz zweckmässig, da das Holz hygroskopisch ist und leicht Veränderungen erleidet, die von der Temperatur ganz unabhängig sind und nicht in Rechnung gezogen werden können; ich habe daher statt Holz Glas gewählt[2]). Ferner scheinen mir die von Broun in kurzer Weise abgeleiteten Formeln nicht sehr übersichtlich, so dass ich die Veröffentlichung des vorliegenden kleinen Aufsatzes, in dem die Bedingungen für eine mechanische Compensation des Bifilars abgeleitet werden, nicht für überflüssig halte. Die Temperaturcompensation lässt sich durch folgende Anordnung des oberen Theiles der Bifilarsuspension erreichen. (Siehe die Figur.) Die Fäden (Platindrähte) ff_1 sind an zwei Zinkstäben bz und b_1z_1 befestigt, welche durch die Klemmen kk' und $k_1k'_1$ mit einem Glasstabe verbunden werden können. Die Befestigung der Fäden ff_1 erfolgt dadurch, dass die Enden derselben durch kleine in den Messingstiften i_1i_1 gebohrte Löcher gehen und mittels Stiften, die durchgesteckt werden können, festgehalten werden. Die Endflächen der Zinkstäbe bei b und b_1 sind mit verticalen Einschnitten versehen, in welche sich die Fäden hineinlegen. An die andern Enden der Zinkstäbe bei z und z_1 sind Messingstücke angebracht, in welchen sich feine Schrauben ss_1, welche gleichzeitig durch den unteren Theil der Klemme uu_1 gehen, bewegen lassen. Der Glasstab aa_1 geht durch eine mit dem Torsionskreis t fest verbundene Hülse h. Durch Verschiebung der Klemmen kk' und $k_1k'_1$ kann man die Länge des Glasstabes und jene der Zinkstäbe bei constant gedachter Entfernung ihrer Enden b und b_1 nach Bedarf ändern. Zwei andere Klemmen m und m_1, die an der Hülse h befestigt sind, dienen theils als Führung für die Zinkstäbe, wenn mittels der Schrauben ss_1 die Distanz der Fäden geändert werden soll, theils aber auch zum Festhalten der Zinkstäbe, wenn die beweglichen Klemmen kk' und $k_1k'_1$ verschoben werden sollen, um den Glas- und Zinkstäben die



[1]) *Report of the twentieth meeting of the British Association of the advancement of science 1850.* — [2]) Nachdem ich die hier beschriebene Einrichtung als zweckmässig erkannt und die nöthigen Formeln abgeleitet habe, fand ich im „*Report of the Superintendent of the U. S. Coost and Geodetic Survey 1883, Appendix 13*“ dasselbe Princip zur Compensation des Bifilars angegeben. Die daselbst skizzirte Vorrichtung ist aber am unteren Theile der Bifilarsuspension angebracht, was nicht sehr zweckmässig ist, da hierdurch das Gewicht des Bifilars unnütz vergrössert und ausserdem die Justirung erschwert wird. Formeln sind dort übrigens nicht gegeben.

richtige Länge zu ertheilen. Ist das Bifilar und die Compensationsvorrichtung justirt, so werden die Klemmen $m m_1$ und $u u_1$ geöffnet und nur jene $k k'$ und $k_1 k'_1$ angezogen. Für das justirte Bifilar gilt bekanntlich die Gleichung:

$$1) \quad M_t H = D_t \sin z,$$

wobei M_t das magnetische Moment des Magnetstabes und D_t das Drehungsmoment der Bifilarsuspension bei der Temperatur t, H die Horizontalintensität und z den Torsionswinkel bedeutet.

Der Einfluss einer Temperaturänderung besteht nun darin, dass sowohl das magnetische Moment M_t als auch das Drehungsmoment D_t eine Aenderung erleidet; ersteres wird z. B. bei zunehmender Temperatur verkleinert, letzteres hingegen vergrössert. Es ist daher klar, dass dann auch eine Aenderung des Torsionswinkels z eintreten muss, d. h. der Magnet wird sich um einen gewissen Betrag drehen müssen, damit wieder Gleichgewicht eintritt. Durch die vorhin beschriebene Einrichtung soll eine Temperaturerhöhung auch das Drehungsmoment der Bifilarsuspension vermindern, so dass ohne Aenderung des Winkels z das Gleichgewicht immer erhalten bleibt. Differenzirt man Glch. 1) nach den mit der Temperatur Variablen M_t, D_t und z, so ist

$$2) \quad M_t \, dH + H \, d M_t = d D_t \, . \sin z + D_t \cos z \, dz.$$

Es ist bekanntlich

$$D_t = G \frac{d_t d'_t}{4 l_t},$$

worin G das Gewicht des Magnetstabes sammt Spiegel- und Aufhängefäden, d_t und d'_t die obere bezw. untere Distanz und l_t die Länge der Fäden bedeutet. Bezeichnet man die Distanz der Klemmen $k k_1 = l'_0$ als Länge des Glasstabes, und $l'_0 - d_0 = l''_0$ als Länge der Zinkstäbe bei $0°$, so ist:

$$d_t = l'_0 (1 + \varepsilon t) - l''_0 (1 + m t) = d_0 \left[1 + \left(\frac{l'_0 (\varepsilon - m)}{d_0} + m \right) t \right],$$

$$d'_t = d'_0 (1 + \delta' t), \quad l_t = l_0 (1 + \lambda t),$$

daher:

$$D_t = G \frac{d_0 d'_0}{4 l_0} \left[1 + \left(\frac{l'_0 (\varepsilon - m)}{d_0} + m \right) t \right] \frac{1 + \delta' t}{1 + \lambda t},$$

oder:

$$D_t = D_0 \left[1 + \left(\frac{l'_0 (\varepsilon - m)}{d_0} + m + \delta' - \lambda \right) t \right],$$

und:

$$d D_t = D_0 \left[\frac{l_0 (\varepsilon - m)}{d_0} + m + \delta' - \lambda \right] dt.$$

Ferner ist:

$$M_t = M_0 (1 - \mu t), \quad \text{also:} \quad d M_t = - M_0 \mu \, dt.$$

Hierin bedeuten ε, m, δ' und λ den Ausdehnungscoefficienten für Glas, Zink, Messing und den Stoff der Aufhängefäden (Platin), μ den Temperaturcoefficienten des Magnetstabes.

Substituirt man die oben ermittelten Werthe für $d M_t$ und $d D_t$ in Glch. 2) so wird:

$$3) \quad M_t \, dH - M_0 H \mu \, dt = D_0 \left[\frac{l'_0 (\varepsilon - m)}{d_0} + m + \delta' - \lambda \right] dt \sin z + D_t \cos z dz.$$

Diese Gleichung durch Gl. 1) dividirt giebt:

$$\frac{dH}{H} - \frac{M_0}{M_t}\mu\, dt = \cot z\, dz + \frac{D_0}{D_t}\left[\frac{l_0'(\varepsilon - m)}{d_0} + m + \delta' - \lambda\right]\sin z\, dt,$$

oder auch:

$$4) \quad \frac{dH}{H} = \cot z\, dz + \left[\frac{l_0'(\varepsilon - m)}{d_0} + m + \delta' - \lambda + \mu\right] dt.$$

Soll der Temperatureinfluss verschwinden, dann muss

$$\frac{l_0'(\varepsilon - m)}{d_0} + m + \delta' - \lambda + \mu = 0$$

sein, d. h. es muss l_0' so gewählt werden, dass

$$5) \quad l_0' = d_0 \frac{m + \delta' - \lambda + \mu}{m - \varepsilon} \text{ wird.}$$

Hat man also den Temperaturcoefficienten des Magnetstabes bestimmt und die obere Distanz d_0 der Fäden gemessen, so kann durch Verstellung der Klemmen kk' und k_1k_1' die Länge des Glasstabes l_0', somit auch jene der Zinkstäbe $l_0'' = l_0' - d_0$, immer so gewählt werden, dass der Temperatureinfluss in den Angaben des Bifilars verschwindet.

Es wird selbstverständlich bei einer ersten Einstellung auf die berechnete Länge l_0' nicht immer gelingen, eine vollständige Compensation zu erzielen, da man ja die Ausdehnungscoefficienten der zur Construction verwendeten Glas- und Zinkstäbe u. s. w. nicht ganz genau kennt. Man braucht dann, wenn sich ein kleiner Einfluss zeigen sollte, der auch noch möglichst weggebracht werden soll, nur eine weitere Verstellung der Klemmen kk' und $k_1'k_1'$ vorzunehmen.

So war beispielsweise beim Magnetographen der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus:

$$d_0 = 2{,}6\ mm$$
$$m = 0{,}00002985$$
$$\varepsilon = 0{,}00000872$$
$$\delta' = 0{,}00001800$$
$$\lambda = 0{,}00000918$$
$$\mu = 0{,}00111800$$

Mit diesen Grössen ergiebt sich:

$$\frac{m + \delta' - \lambda + \mu}{m - \varepsilon} = 54{,}7,$$

und daher:

$$l_0 = 54{,}7\, d_0 = 142\ mm.$$

Durch Einstellung der Klemmen kk', k_1k_1' wurde eine fast vollständige Compensation erzielt, wie dies am Besten aus den nachfolgenden Zahlen, welche Monatsmittel der Bifilarablesungen und der zugehörigen Temperaturen im Jahre 1887 angeben, ersehen werden kann.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Temp.:	14,72°	14,44°	14,37°	15,98°	19,53°	21,22°
Stand:	141,97	142,19	142,92	142,14	142,47	144,45.

Die Temperatur ist vom Februar bis Juni um 6,78° C. gestiegen, die Lesungen sind aber dieselben geblieben, denn die etwas grössere Lesung im Juni entspricht einem höheren Werthe der Horizontalintensität. In den früheren Jahren, wo keine Temperaturcompensation angebracht war, betrug der Temperaturcoefficient mehr als 3 Scalentheile; dementsprechend hätte sich vom Februar bis Juni 1887 eine Standänderung von wenigstens 21 Scalentheilen ergeben.

— —

Versuche mit der registrirenden Laufgewichtswaage.

Von
Dr. A. Sprung in Berlin.

Die sogenannte römische Waage oder Schnellwaage ist in Folge ihrer vielfachen Verwendung in Handel und Gewerbe allgemein bekannt. Gewöhnlich ist dieselbe zweiarmig; am kurzen Arme wirkt die Last, am langen ein constantes (Lauf-) Gewicht, welches verschoben wird, bis der Waagebalken eine horizontale Lage annimmt. — Die Gewichts- (oder richtiger Massen-) Bestimmung läuft also hierbei auf eine Längenmessung hinaus, weshalb der lange Arm mit einer Scale versehen ist, die sich durch grosse Einfachheit auszeichnet, denn einer 2-, 3-, 4- . . . fachen Last entspricht genau eine 2-, 3-, 4- . . . fache Entfernung des Laufgewichtes von der Drehungsaxe. Dieser Umstand war eines der Hauptmomente, welche mich vor etwa 10 Jahren veranlassten, nach einem Verfahren einer selbstthätigen Wirksamkeit dieser Waage zu suchen; denn bei der Winkelhebel- (oder Brief-) Waage, welche bisher zu registrirenden Apparaten fast ausschliesslich benutzt wurde, ist diese einfache Beziehung nicht vorhanden.

Ein anderes Moment aber bestand in der folgenden Ueberlegung: Wenn sich ein Mechanismus finden liesse, welcher automatisch die Verschiebung des Laufgewichtes in einer den Aenderungen der Last genau entsprechenden Weise besorgt, so würde der Waagebalken seine horizontale Lage überhaupt gar nicht aufzugeben brauchen; es könnte also continuirlich die Registrirung einer Last oder irgend einer anderen Kraft von Statten gehen, ohne dass ihr Angriffspunkt eine Verschiebung erleidet.

Dieser Umstand hatte bei der Construction des registrirenden Waagebarometers, um welche es sich zunächst handelte, eine gewisse Bedeutung, und in höherem Grade war dieses der Fall bei den von mir für die Temperatur-, Feuchtigkeit- und Winddruckmessung vorgeschlagenen Instrumenten[1]). Neuerdings bin ich jedoch zu der Ansicht gelangt, dass der in Rede stehende Umstand für die selbstthätige Aufzeichnung gewisser physikalischer, physiologischer und chemischer Processe vielleicht noch eine grössere Bedeutung gewinnen könnte als für die Registrirung der meteorologischen Elemente. Es ist der Hauptzweck dieser Abhandlung, die soeben geäusserte Anschauung durch Besprechung einiger Beispiele[2]) zu begründen. Des besseren Verständnisses halber will ich indessen einige Bemerkungen über die praktische Ausführung der Methode vorausschicken und dabei auch die Mängel derselben nicht verschweigen.

Um eine continuirliche Bewegung des Laufgewichtes zu erzielen, konnte die bei der gewöhnlichen Schnellwaage gebräuchliche Form eines durch Schneidenaufhängung wirkenden Laufgewichtes nicht beibehalten werden. Das Laufgewicht erhielt vielmehr die Form eines auf dem horizontalen Waagebalken rollenden Rades, dessen Masse natürlich vollkommen symmetrisch um die Axe vertheilt sein muss, was ja bei einem Körper von kreisförmigem Querschnitte unschwer zu erreichen ist.

Trotzdem muss ich gestehen, dass eine übergrosse Genauigkeit der Aufzeichnung von mir zunächst nicht erwartet wurde, indem ich den Hauptzweck der

[1]) Man vergl. diese Zeitschr. 1881, S. 97. 357; 1882, S. 60; 1886, S. 189. Der Barograph ist beschrieben in der Zeitschrift der Oesterr. Ges. für Meteorologie **12.** S. 305 und **16.** S. 1. Theorie desselben im Bericht über die Wiss. Instr. auf der Berl. Gewerbe-Ausst. d. J. 1879, herausg. von Loewenherz. — [2]) Zum Theil sind diese Versuche in den Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft zu Berlin (Sitzung vom 4. Februar 1887) schon kurz beschrieben worden.

neuen Methode in der principiellen Einfachheit (geradlinige, rechtwinkelige Coordinaten, lineare Function der Kraft, ununterbrochene Curve) erreicht sah. Erst im Laufe dieses Jahres hatte ich — begünstigt durch Herrn Prof. v. Bezold's freundliches Entgegenkommen — ausreichende Gelegenheit, die Genauigkeit der mechanischen Function des Apparates an dem im Meteorologischen Institute aufgestellten Barographen durch wiederholte directe Versuche eingehend zu prüfen. Zur Aufzeichnung des Barometerstandes in fünffacher „Vergrösserung" dient hier ein 80 *g* schweres Laufrad, wobei das Barometer am kurzen Waagebalkenarme, in 10 *cm* Abstand vom Drehungspunkte angebracht ist. Hierbei verschiebt sich das Laufrad für 1 *g* Gewichtsänderung des Barometers um 1,18 *mm*. Nahezu fünfmal so gross ist die Verschiebung, wenn die um 1 *g* sich ändernde Last am Ende des langen Waagebalkenarmes angreift. Für feinere Versuche liess ich ein leichteres, nur 16 *g* schweres Laufrad herstellen und erhielt nun bei 1 *g* Gewichtsänderung eine Verschiebung des Laufrades von 27,7 *mm;* unter diesen Verhältnissen wurde eine Gewichtsänderung von 0,01 *g* noch deutlich und sicher registrirt. Eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit ist indessen durchaus nicht ausgeschlossen, denn im vorliegenden Falle hat der Waagebalken die auf etwa 4 *kg* sich belaufende Last des Barometers zu tragen.

Jene Sicherheit und Empfindlichkeit der Registrirung hat ihren Grund in der Eigenthümlichkeit des Mechanismus, welcher die automatische Aequilibrirung des Waagebalkensystems besorgt. Das Laufrad wird nämlich durch die zur Fortbewegung der Schreibtafel dienende Uhr getrieben und wandert deshalb mit constanter Geschwindigkeit über den Waagebalken hin, wechselt dabei aber fortwährend seine Richtung; denn sobald die Gleichgewichtslage ein wenig überschritten ist, macht der Waagebalken eine äusserst kleine Winkelbewegung, wodurch der Sinn, in welchem die Uhr das Laufrad forttreibt, in den entgegengesetzten verwandelt wird[1]). (Der Apparat schreibt deshalb auch bei constantem Gewichte eine Zickzack-Linie, deren Oscillation jedoch meist geringer ist als die Breite des Zeichenstiftes oder der Schreibfeder.) Dadurch aber, dass das Laufgewicht die Gleichgewichtslage stets überschreiten muss, wird ein Nachbleiben der Aufzeichnung — wie es bei den Winkelhebel-Instrumenten stets als Folge der Axenreibung des Waagebalkens und der Reibung des Schreibstiftes zu beobachten ist — vollkommen verhindert; denn eine vergrösserte Reibung der Axe des Waagebalkens kann hier höchstens zur Folge haben, dass die Oscillation des Laufrades grösser und somit die Curve breiter wird. (Die Reibung des Schreibstiftes auf der Tafel kommt gar nicht in Betracht, weil sie direct von der Uhr überwunden wird und nicht durch die Aenderung des zu registrirenden Gewichtes.)

Aus dem Vorstehenden ergiebt sich nun aber auch die einzige principielle

[1]) Hierzu dient bei den von Herrn R. Fuess gebauten Exemplaren des Apparates der elektrische Strom von 2 bis 3 grossen Meidinger-Elementen. Jene kleine Winkelbewegung des Balkens hat eben den Zweck, den Strom zu schliessen oder zu unterbrechen, und braucht deshalb nur äusserst unbedeutend zu sein; als ich sie soweit reducirte, dass in 40 cm Abstand vom Drehungspunkte die Bewegung kleiner war als die Stärke gewöhnlichen Schreibpapieres, arbeitete der Apparat noch ganz sicher.

Herr Kapitän Rung in Kopenhagen hat einen Laufgewichtsbarographen construiren lassen, bei welchem zwei kleine Uhrwerke die Function des elektrischen Stromes übernommen haben. Auch dieser Apparat liefert nach einer mir gütigst zugesandten Probe mit constantem Gewicht eine vollkommen feste und zarte Curve. Beschrieben ist dieser Barograph in *„Vidensk. Selsk. Skr., 6. Raekke, naturvidenskabelig og mathem. Afd. 3 die Band III. Kjobenhavn 1885"*.

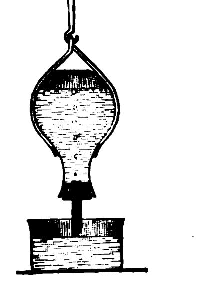
Unvollkommenheit des Apparates; sie besteht darin, dass die zu registrirenden Gewichtsänderungen eine gewisse Geschwindigkeit nicht überschreiten dürfen, weil sonst das von der Uhr abhängende Laufrad nicht zu folgen vermag. Bei dem Barographen beträgt die Eigenbewegung des Laufrades (oder Schreibstiftes) in einer Stunde 86 *mm*, so dass (bei fünffacher „Vergrösserung“) eine Aenderung des Barometerstandes von 17 *mm* pro Stunde noch zur Aufzeichnung gelangt. Indem sich die Schreibtafel in einer Stunde um 10 *mm* senkt, beträgt das Ansteigen der Curve in diesem Grenzfalle $83^1/_2{}^\circ$, weicht also nur noch um $6^1/_2{}^\circ$ von demjenigen ab, welches bei unendlich schneller Gewichtsänderung eintreten würde. Wo bei meinen Versuchen zeitweilig jene Grenze überschritten wurde, habe ich mir dadurch geholfen, dass ich das Laufrad einige Male direct mit der Hand verschob, bis die Gleichgewichtslage erreicht oder ein wenig überschritten war, was an der kleinen Winkelbewegung des Waagebalkens leicht erkannt werden konnte.

Uebrigens hat es der Mechaniker begreiflicherweise ganz in der Hand, die Eigenbewegung des Laufrades zu vergrössern, und nach den bisherigen Erfahrungen kann dieses jedenfalls ohne Nachtheil für die Genauigkeit der Aufzeichnung geschehen.

In der besprochenen Unvollkommenheit liegt aber andrerseits auch wieder ein kleiner Vortheil begründet, welcher darin besteht, dass ganz schnell vorübergehende Störungen, wie mechanische Erschütterungen, den Schreibstift gar nicht beeinflussen, während sich letztere z. B. bei dem Richard'schen Aneroïdbarographen häufig sehr unangenehm bemerkbar machen. Eine besonders feste Fundirung ist deshalb bei unserer Laufgewichtswaage durchaus nicht erforderlich.

Die Versuche.

1. Um von der Function der Mariotte'schen Flasche ein anschauliches Bild zu gewinnen, wurde eine solche — mit Alkohol gefüllt — an dem Waagebalken aufgehängt (Fig. 1). Das offene, schräg abgeschnittene untere Ende eines Einsatzrohres tauchte in ein Gefäss mit Alkohol, welches durch seine Verdunstung die Nachfüllflasche in Thätigkeit setzte. Dieses Verfahren wird ja häufig benutzt, um ein Flüssigkeitsniveau constant zu erhalten.


Fig. 1.

Eine der hierbei gewonnenen Curven (*A*) ist in der Tafel Seite 23 zur Darstellung gebracht (wie alle anderen Curven: in nahezu halber natürlicher Grösse). Man ersieht aus derselben das unwillkommene ruckweise Ausfliessen, welches darin seinen Grund hat, dass das Flüssigkeitsniveau, vermöge Cohäsion und Adhäsion, ein gutes Stück unter die Mündung der Flasche sinken kann, ehe die Luft den Eintritt erzwingt. — In einigen der Intervalle (wie *a* und *c*) bleibt das Gewicht der Flasche nahezu constant, in anderen (*d* und *e*) zeigt sich eine Zunahme des Gewichtes. Letztere war jedenfalls eine Folge der langsamen Temperaturabnahme des Zimmers und der Luft über dem Alkohol, denn diese Intervalle *d* und *e* fielen in die Nacht. Bei *f* beginnt ein Ausfliessen des Alkohols, worin die Zimmerheizung am Morgen sich bemerkbar macht. Die schnelle Gewichtszunahme bei *b* und *g*, welche durch das Eintreten von Luftblasen mehrfach unterbrochen wurde, ist durch das Oeffnen der Fenster, beim Reinigen derselben, hervorgerufen worden, indem die Aussentemperatur einige Grade unter dem Gefrierpunkte lag.

Diese Aufzeichnung ist also weit davon entfernt, den Gang der Verdunstung des Alkohols zur Darstellung zu bringen. Wären rapide Aenderungen des Luft-

druckes vorgekommen, so hätten sich natürlich auch diese störend bemerkbar gemacht.

Andererseits könnte man mit Hilfe einer mit Quecksilber und Luft gefüllten Mariotte'schen Flasche ohne Weiteres die Temperatur des Zimmers zur Aufzeichnung gelangen lassen, allerdings getrübt durch die Aenderungen des Luftdrucks, welche dadurch ausgeglichen werden könnten, dass man ausserdem noch ein Barometer an entsprechender Stelle am Waagebalken aufhängt (vergl. diese Zeitschr. 1886 S. 189.)

2. Eine weit regelmässigere und im Original geradezu elegant verlaufende Curve (*B* in Tafel S. 23) wurde bei einem Versuche über das Ausfliessen des Wassers durch ein Capillarrohr erzielt. Letzteres bildete den mittleren horizontalen Theil eines Hebers, durch welchen zwei cylindrische Gefässe, *a* und *b* in Fig. 2, mit einander communicirten; das um eine bestimmte Länge höher gelegene Gefäss *a* hing am Waagebalken und entleerte sich durch den Heber in das ganz fest aufgestellte Gefäss *b*, wobei die Geschwindigkeit des Fliessens mit der allmäligen Ausgleichung des Niveauunterschiedes ununterbrochen abnehmen musste, wie man es aus der Curve *B* ersieht. Nach 22 Stunden (Stelle δ) zeigte die Curve noch eine deutliche Neigung gegen die Abscissenaxe, und wirklich ergab die kathetometrische Messung noch eine Niveaudifferenz von etwa 2 *mm*. Der Versuch wurde deshalb fortgesetzt, bis nach weiteren 19 Stunden ein vollkommener Parallelismus mit den Abscissen erreicht zu sein schien. In Wirklichkeit handelt es sich jedoch hier nur um eine asymptotische Annäherung, wie sich aus folgender Rechnung ergiebt:

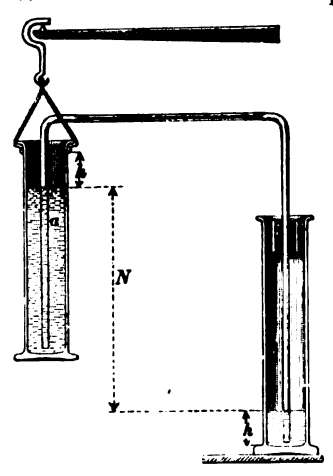


Fig. 2.

Nach den Untersuchungen von Poiseuille und Anderen ist die Geschwindigkeit, mit welcher Wasser und andere Flüssigkeiten ein Capillarrohr durchströmen, *caeteris paribus* der Druckhöhe nahezu vollkommen proportional. Bezeichnet deshalb v das in der Zeiteinheit hindurchgeflossene Volumen, N die jeweilige Niveaudifferenz in den beiden Gefässen, und $\varkappa$ einen constanten Factor, so kann man setzen:

$$1)\quad v = \varkappa N.$$

Bedeutet nun h die Höhe, um welche das Niveau seit dem Anfange des Versuches in dem unteren Gefässe gestiegen und im oberen (als ebenso weit vorauszusetzenden) Gefässe gesunken ist, und N_0 die ursprüngliche Niveaudifferenz, so ist

$$2)\quad N = N_0 - 2h.$$

Bei Substitution dieses Ausdruckes in 1) ergiebt sich:

$$3)\quad v = \varkappa (N_0 - 2h).$$

Ferner ist, wenn dt und dh die Incremente der Zeit t und der Höhe h, und q den inneren Querschnitt der Gefässe bezeichnen:

$$4)\quad v\,dt = 2q\,dh.$$

Durch Substitution von v aus 3) entspringt hieraus die Differentialgleichung:

$$5)\quad dt = \frac{2q\,dh}{\varkappa (N_0 - 2h)},$$

welche nach bekannten Regeln die Integralgleichung:

$$6)\quad t = -\frac{q}{\varkappa} \log \text{nat} \left(\frac{N_0 - 2h}{N_0}\right)$$

ergiebt.

Dieselbe diene zunächst zur Beantwortung der Frage: Eine wie grosse Zeit t ist zur vollständigen Ausgleichung der Niveaudifferenz erforderlich? — Die Bedingung $N = 0$ ist nach 2) gleichbedeutend mit $h = {}^1\!/_2 N_0$; dieser Werth von h aber macht den Klammerwerth rechts in 6) zu Null, wobei der Logarithmus $= -\infty$ wird, und somit $t = +\infty$. Eine vollkommene Ausgleichung der Niveaudifferenz tritt somit in endlicher Zeit überhaupt nicht ein, ähnlich wie sich die Geschwindigkeit eines unter Reibung an der Luft fallenden Körpers einem gewissen Grenzwerthe fortwährend nähert, ohne ihn jemals ganz zu erreichen.

Es möge nun noch die Gleichung der Curve abgeleitet werden. Die Ordinate y der Curve ist jedenfalls eine lineare Function von h:

$$7)\quad y = y_0 + bh.$$

y_0 ist der Werth von y für $t = 0$ oder $h = 0$; um die Constante b zu definiren, werde als Abscissenaxe diejenige Abscisse gewählt, welcher sich die Curve unausgesetzt nähert (die Asymptote); d. h. es soll sein $y = 0$ für $h = {}^1\!/_2 N_0$. Daraus folgt:

$$b = -\frac{2y_0}{N_0},$$

so dass 7) nach einiger Umstellung übergeht in:

$$8)\quad h = (y_0 - y)\frac{N_0}{2y_0}.$$

Durch Einführung dieses Werthes in Gl. 6) nimmt letztere nach gehöriger Reduction die folgende einfache Form an:

$$9)\quad t = -\frac{q}{\varkappa}\log\text{nat}\left(\frac{y}{y_0}\right),$$

wodurch y als Function der Zeit dargestellt ist. Die andere Coordinate x ist in Folge der gleichförmigen Bewegung der Schreibtafel einfach der Zeit proportional, wenn sie von dem Punkte an gerechnet wird, wo y den Werth y_0 hat; also:

$$10)\quad t = \frac{x}{f}.$$

Aus 9) und 10) folgt durch Elimination von t die Gleichung der Curve:

$$11)\quad x = -\frac{1}{\lambda}\log\text{nat}\left(\frac{y}{y_0}\right) \text{ oder } y = y_0 e^{-\lambda x},$$

worin zur Abkürzung $\lambda = \varkappa/fq$ gesetzt ist.

Angewandt auf den vorliegenden Fall, ergab sich durch directe Messung an der Originalcurve: $y_0 = 137\,mm$; ferner fand sich $y = 48$ für $x = 40\,mm$; daraus ergab sich für λ der Werth 0,02622. Berechnet man mit diesen Constanten für irgend welche x die zugehörigen y, oder umgekehrt, so ergiebt sich eine Uebereinstimmung mit der vom Apparate gezeichneten Curve, wie man sie nicht besser wünschen kann, zumal die Temperatur, von welcher ja die Zähigkeit der Flüssigkeiten abhängt, im Zimmer nicht ganz constant geblieben war. Das der Rechnung zu Grunde gelegte, in Gl. 1) ausgedrückte Princip wird hierdurch bestätigt. Wäre dasselbe unbekannt gewesen, so würde offenbar die Curve ein ausreichendes Material zur Auffindung desselben an die Hand gegeben haben.

3. Zur Registrirung der Stärke des elektrischen Stromes wurde eine bewegliche Drahtrolle von etwa 25 Windungen und 8 *cm* Durchmesser über einer eben solchen, fest angebrachten Drahtrolle am Waagebalken aufgehängt, und zwar betrug die Entfernung derselben etwa 1,5 *mm*. Die Enden der auf den Waagebalken wirkenden Drahtrolle liefen in Platindrähte aus, welche in Quecksilbernäpfchen eintauchten; mit diesen war wiederum die feste Rolle in leitende Verbindung gebracht. Der elektrische Strom durchlief somit nacheinander beide Rollen

und zwar in dem Sinne, dass er eine Anziehung derselben, also eine scheinbare Gewichtsvermehrung der aufgehängten Rolle zur Folge hatte. Im Maximum betrug letztere bei meinen Versuchen 1,6 *g*, wobei das Laufrad um etwa 45 *mm* von seiner ursprünglichen Stellung sich entfernte (vergl. oben S. 18).

Was bei der beschriebenen Anordnung zur Aufzeichnung gelangte, war, wie man sieht, nicht direct die Stromintensität, sondern' das Quadrat derselben. — Auf die absolute Bestimmung der Stromstärke habe ich kein Gewicht gelegt; es kam mir nur darauf an, den vollständigen Gang derselben während eines längeren Zeitabschnittes mit allen Einzelheiten zur Darstellung zu bringen. Dieses gelang hier mit den einfachsten Mitteln (wie sie zur absoluten Bestimmung nicht ausreichen) in offenbar vollkommen correcter Weise, weil eben die gegenseitige Beziehung der roh hergestellten Drahtrollen sich nicht veränderte.

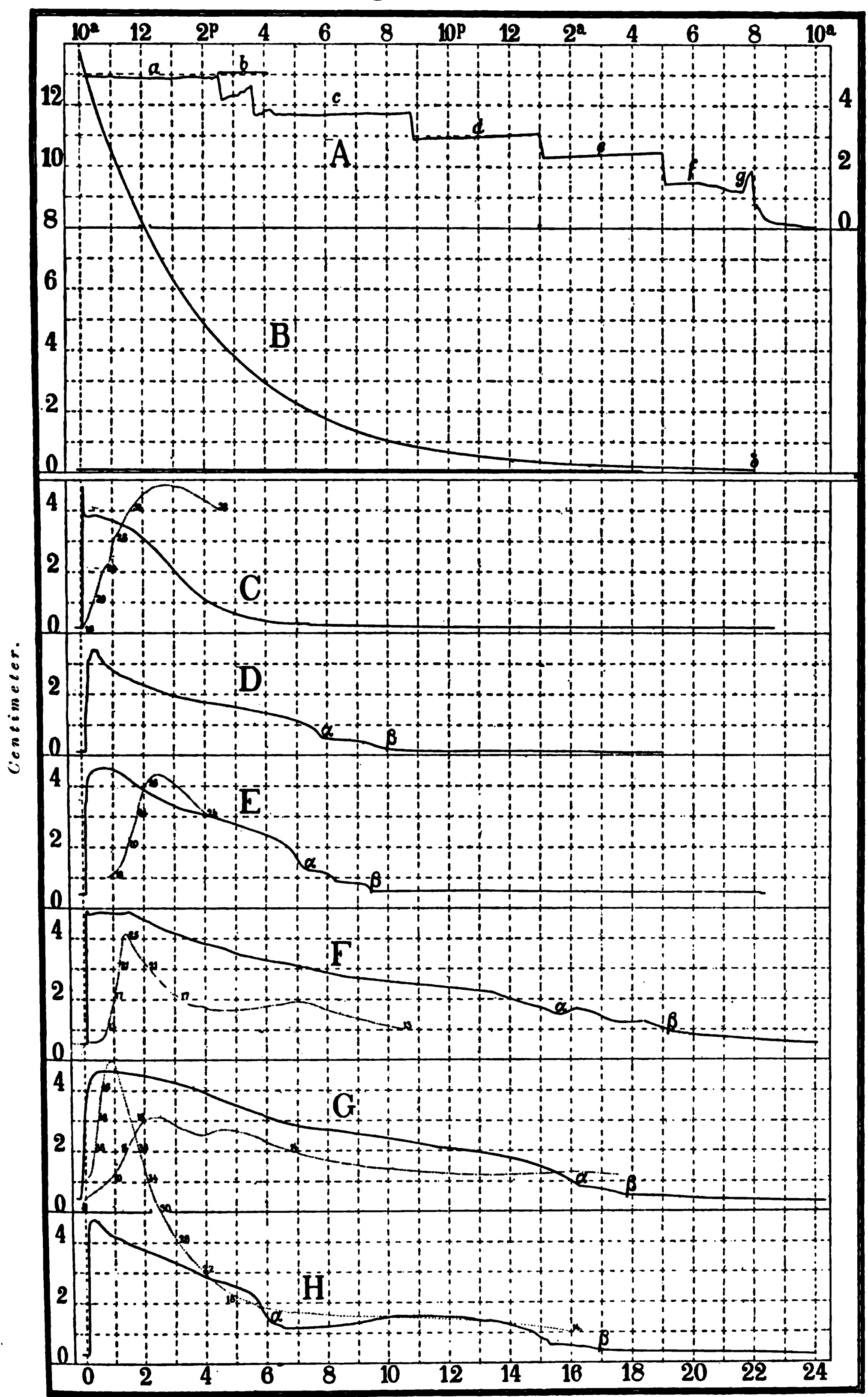
Als Beispiel für einen regelmässigen und von vornherein als wahrscheinlich zu betrachtenden Verlauf eines Stromes, wie galvanische Elemente ihn liefern, habe ich die von drei frisch angesetzten Chromsäure-Elementen erzeugte Stromcurve vorangestellt (*C* in der Tafel S. 23). Höchstens 10 Stunden nach Schluss des Stromkreises hatte bereits der Schreibstift seine ursprüngliche Lage wieder erreicht. Bei allen diesen Versuchen liess ich zur Gewinnung der Null-Linie die Waage zunächst einige Zeit ohne den Strom functioniren, und schloss dann den Stromkreis sofort nach dem Ansetzen der Elemente. Einiges Interesse beansprucht in der Curve *C* vielleicht das Detail zu Anfang des Versuches, und insbesondere die ausserordentlich schnelle Abnahme der Intensität in den ersten Minuten, worauf ein neues langsameres Anschwellen zu einem zweiten, schwach ausgeprägten Maximum erfolgte. Ich muss indessen bemerken, dass ich mit Chromsäure-Elementen nur diesen einen Versuch angestellt habe und auch nicht mehr genau aller Bedingungen, welche nach späteren Erfahrungen auf die Gestaltung der Curve Einfluss nehmen mögen, mich erinnern kann. (Die drei Elemente bildeten einen Bestandtheil einer von Keiser & Schmidt in Berlin gelieferten fünfzelligen einfachen Batterie, wie sie von dieser Firma zur Demonstration des Glühlichtes empfohlen wird.)

Curve *D* bezieht sich auf meinen ersten Versuch zur Registrirung der Stromstärke, welcher am 5. Januar 1887 mit zwei bereits benutzten Bunsen-Elementen angestellt wurde. Beachtenswerth erschien mir daran erstens, dass das Maximum der Intensität erst 10 bis 15 Minuten nach Schluss des Stromes erreicht wurde, und zweitens ganz besonders, dass 7 bis 8 Stunden darnach sich eigenthümliche Unregelmässigkeiten zeigten, welche auch bei einmaliger Wiederholung aufgetreten sind.

Da mir nicht ganz ausgeschlossen schien, dass irgend welche Vorgänge im Zimmer, etwa das Oeffnen der Fenster oder dergl., an diesen Eigenthümlichkeiten Schuld sein möchten, so nahm ich zu anderer Jahreszeit die Versuche wieder auf und erzielte am 30. September mit denselben Elementen (aber neuen amalgamirten Zinkcylindern) die Curve *E*, in welcher sich — wie man sieht — der Charakter von *D* vollkommen wiederholt, mit dem einzigen Unterschiede, dass die Anzahl der etwa 8 Stunden nach Stromschluss auftretenden eigenthümlichen Wellen sich noch um eine vermehrt zeigte. Trotz dieser neuen Bestätigung stiegen in mir Bedenken auf, denn ich erinnerte mich, dass eines der beiden Elemente früher als Leclanché-Element, unter Anwendung von Chlorammonium-Lösung, gedient hatte (in der That schienen Kohle und Thonzelle noch mit unlöslichem Zinksalz imprägnirt zu sein).

Am 14. October wiederholte ich deshalb den Versuch mit zwei ganz neuen

Versuche mit der registrirenden Laufgewichtswaage.



Stunden.

Bunsen-Elementen, deren Zinkcylinder stark amalgamirt waren, und erzielte dabei die Curve *F*. Schon im vorhergehenden Falle hatte ich begonnen, in ziemlich kurzen Intervallen die Temperatur der Elemente abzulesen, welche in den punktirten Curven dargestellt ist. Dieses Mal führte ich diese Bestimmungen in ausgedehnterem Maasse durch und gedachte das Eintreten der Unregelmässigkeiten abzuwarten, um die damit möglicherweise verbundenen auffälligen Vorgänge zu beobachten, wurde aber muthlos, als auch $10^1/_2$ Stunden nach Stromschluss der Verlauf der Curven noch ein ganz einfacher blieb. Um so mehr war ich am anderen Morgen überrascht, die Unregelmässigkeiten abermals vorzufinden; erst 15 Stunden nach Ansetzung und Schliessung der Elemente waren dieselben aufgetreten.

Diese Curve *F* weicht übrigens von den anderen dadurch ab, dass die Stromstärke nicht erst 15 bis 45 Minuten nach Stromschluss ein Maximum erreichte, sondern mit dem grössten Betrage — welcher dann etwa eine Stunde lang erhalten blieb — sofort begann. Meine Vermuthung, dass in den übrigen Fällen die Durchtränkung der Kohle und Thonzelle mit Wasser die Verzögerung des Maximums herbeigeführt habe, wurde durch den folgenden Versuch (Curve *G*) bestätigt, indem ich dabei dieselben Elemente mit frisch amalgamirten Zinkcylindern verwendete, ohne indessen die Austrocknung von Kohle und Thonzelle abzuwarten.

Im Uebrigen bezweckte ich mit diesem Versuche (*G*) mir endlich die Gelegenheit zur directen Beobachtung jener Unregelmässigkeiten zu verschaffen. Meine Geduld wurde indessen auf eine harte Probe gestellt. Seit Beginn des um 8^h Morgens eingeleiteten Versuches waren mehr als 12 Stunden vergangen, und noch immer verlief die Curve vollkommen glatt; endlich — nach 16 Stunden — trat eine Aenderung insofern ein, als die Stromstärke schnell ihrem Erlöschen entgegen zu gehen schien; dann aber wurde ganz plötzlich die Abnahme wieder schwächer, und die Curve gewann ein Aussehen, wie es die vorhergehenden nach jenen Unregelmässigkeiten gezeigt hatten — und in der That war diese die erste Curve, bei welcher dieselben ausgeblieben, oder wenigstens nur in leisester Andeutung erschienen sind.

Gerade dieser negative Erfolg musste mir aber bedeutungsvoll erscheinen, denn er bestätigte in anderer Weise, als ich erwartet hatte, meine Vermuthung, dass jene Unregelmässigkeiten mit dem Auskrystallisiren des Zinkvitriols in Zusammenhang stehen möchten. Es fand sich nämlich nach Beendigung des Versuches nur eine sehr geringe Menge Zinksalz in den Elementen vor, eine Folge davon, dass ich die verdünnte Schwefelsäure (1 in 5 Theilen der Mischung) vor dem Einfüllen in die Elemente auf die Temperatur der Umgebung (5° C.) abgekühlt hatte. (Man vergl. die punktirten Curven.)

Nun lag es natürlich nahe, noch einmal die Gegenprobe zu machen. Ich begünstigte bei einem letzten Versuche (am 20. October) soviel wie möglich die Bildung des Zinkvitriols, indem ich die verdünnte Schwefelsäure stärker wählte (1 in $3^1/_2$ bis 4 Theilen des Gemisches), dieselbe sofort nach der Herstellung verwendete, und die Zinkcylinder nicht von neuem amalgamirte. Die Ausgangstemperatur betrug — wie aus der punktirten Curve ersichtlich ist — nicht weniger als $34^1/_2$°. Die unmittelbare Folge entsprach der Erwartung. Der ganze Process nahm zunächst einen ungemein schnellen Verlauf, so zwar, dass die erste Phase schon nach 6 Stunden beendet war (Punkt α in Curve *H*). In meiner Hoffnung aber, dass nunmehr auch sofort jene Abnormitäten sich abspielen würden, fand ich mich

sehr getäuscht, denn nachdem der Schreibstift sich der Null-Linie bereits bis auf etwa 8 *mm* genähert hatte (das Maximum war 44 *mm* gewesen), begann er langsam, aber sehr regelmässig wieder von derselben sich zu entfernen; erst 4 Stunden später war ein neues Maximum (12 *mm*) erreicht, und nach weiteren 4 Stunden erfolgte von Neuem eine schnelle Annäherung an die Null-Linie. Der hier in etwa $8^1/_2$ Stunden beschriebene grosse Bogen ist aber offenbar nichts Anderes als eine der sonst beobachteten „Unregelmässigkeiten“. Am anderen Morgen fand sich in den Elementen in der That eine ungewöhnlich grosse Menge auskrystallisirten Zinksalzes vor, dessen Abscheidung etwa eine Stunde nach Beginn der „zweiten Phase“ zuerst beobachtet worden war.

Anfang und Ende der zweiten Phase habe ich in den verschiedenen Curven mit α und β bezeichnet; in der letzten Curve *H* hat dieselbe eine ungebührlich grosse Ausdehnung erreicht, in Curve *G* dagegen zeigt sie sich in abnormer Weise verkleinert.

Da ich leider nicht in der Lage war, neben der Registrirung der Stromstärke auch dann und wann die Bestimmung der elektromotorischen Kraft und des Leitungswiderstandes auszuführen, so kann ich bezüglich der Ursachen jener Phasen nur Vermuthungen äussern.

In der ersten Phase dürfte die charakteristische schnelle Abnahme der Stromstärke wohl durch die Verringerung der Leitungsfähigkeit hervorgerufen werden, wie sie sowohl in dem Sinken der vorher durch die chemischen Processe gesteigerten Temperatur, als auch in der Sättigung der Flüssigkeit mit Zinkvitriol ihren Grund haben mag; denn die Lösung dieses Salzes besitzt bei mittlerer Concentration ein Maximum der Leitungsfähigkeit. Möglicherweise bildet sich auch zuweilen in der ersten Phase eine übersättigte Lösung, worauf ein zweites Maximum der Temperatur in den Curven *F* und *G* zu deuten scheint.

In der zweiten Phase, welche offenbar mit der Krystallisation des Zinkvitriols beginnt, mag durch die Ausscheidung des Salzes die Leitungsfähigkeit wieder vergrössert werden, wenn nicht vielleicht gar ein Theil der durch die Salzbildung frei werdenden Wärme unmittelbar in elektrische Energie verwandelt wird. Dass überhaupt während der zweiten Phase (vielleicht aber auch noch später) in den Elementen noch eine beträchtliche Wärmemenge producirt wird, habe ich bei dem letzten Experimente direct zu erweisen versucht. Als nämlich etwa 3 Stunden nach Beginn der zweiten Phase die Temperatur der Elemente auf 16,2° herabgegangen war, stellte ich in ihre Nähe ein ebenso weites Glasgefäss mit Wasser von genau derselben Temperatur, und bestimmte nun den Gang der Temperatur im Element, im Wasser und in der umgebenden Luft. Einzelne dieser Beobachtungen sind die folgenden:

	Element.	Wasser.	Luft.
$8^h\,50^m$:	16,2°	16,2°	10,4°
9 0 :	16,2	16,1	10,4
9 20 :	16,15	15,3	10,4
9 40 :	16,15	14,7	10,3
10 0 :	16,1	14,2	10,3
10 20 :	16,1	13,8	10,25
11 0 :	16,0	13,1	10,1
12 0 :	15,75	12,2	9,8
13 0 :	15,5	11,5	9,5
14 0 :	15,2	10,9	9,0
15 0 :	14,8	10,4	8,5
16 0 :	14,1	10,0	8,4

Während also das Wasser in den ersten 2 Stunden (bis 11h) eine Abkühlung um 3,1° erlitt, betrug dieselbe im Elemente nur 0,2°! Hier wurde demnach die abgegebene Wärmemenge jedenfalls aus irgend einer Quelle ersetzt, und diese kann — wenigstens der Hauptsache nach — wohl kaum eine andere gewesen sein, als die Abscheidung des Salzes.

Für den in den Curven so gut charakterisirten Abschluss der zweiten Phase habe ich eine hinreichende Erklärung nicht auffinden können; dass die Abscheidung des Zinksalzes mit der zweiten Phase ihr Ende erreiche, halte ich — wie oben schon angedeutet, nicht für wahrscheinlich.

Es ist übrigens anzunehmen, dass sich die Curven in einigen Einzelheiten (wie z. B. in dem Stücke $\alpha\beta$ in Curve *E* und *F*) etwas einfacher gestalten würden, wenn nur ein Element zur Anwendung käme, weil sich auch in zwei ganz gleichen Elementen die Processe doch nicht in vollkommen identischer Weise abspielen werden. Die Hauptzüge der Vorgänge sind aber in meinen Curven jedenfalls richtig zum Ausdrucke gelangt.

4. In Kürze möge schliesslich noch eines Versuches Erwähnung geschehen, welcher nicht — wie die drei bisher beschriebenen — die unveränderliche Lage des Waagebalkens zur Voraussetzung hat, sondern nur dazu dienen soll, die Empfindlichkeit der Methode zu illustriren.

Am langen Waagebalken-Arme wurde eine zugeschmolzene Glaskugel von 1700 *ccm* Inhalt und 140 *g* Gewicht aufgehängt, während die Gegengewichte aus solidem Messing bestanden und somit ein viel kleineres Volumen hatten. Dadurch musste, nach dem Archimedischen Princip, die Dichtigkeit oder specifische Masse der umgebenden Luft auf das Gleichgewicht der Waage einen Einfluss gewinnen, und somit diese Vorrichtung überhaupt geeignet werden, die Dichtigkeit der umgebenden Luft zu registriren. Eine Aenderung der letzteren konnte mit Leichtigkeit durch das Oeffnen der Fenster des geheizten Zimmers herbeigeführt werden; in der That erfolgte dabei sogleich (höchstens 30 Secunden später) ein Ausweichen des Schreibstiftes in dem erwarteten Sinne. Fast ebenso exact schlug derselbe beim Schliessen der Fenster die entgegengesetzte Bewegung ein.

Da der Luftdruck hierbei constant blieb, und der Effect der Aenderung des Feuchtigkeitsgehaltes seiner geringen Grösse wegen nicht in Betracht kommt, so handelte es sich um eine blosse Registrirung der Temperatur, welche mit derjenigen anderer Thermographen verglichen werden konnte. Es ergab sich, dass die Aufzeichnung des zur Verfügung stehenden Richard'schen Thermographen (Bourdon-Röhre, mit Alkohol gefüllt) mit der Registrirung der Waage zum Theil nur sehr geringe Aehnlichkeit hatte, indem z. B. die Schreibfeder des „Richard" erst 5 bis 7 Minuten nach dem Schliessen der Fenster sich aufwärts zu bewegen begann, während die Feder der „Dichtigkeits-Waage" die ursprüngliche Lage fast schon wieder erreicht hatte. Die Abwesenheit jeder Verspätung in letzterem Falle ist begreiflich, weil der die Temperaturbestimmung vermittelnde Körper nicht selbst die Temperatur des Mediums anzunehmen braucht. Durch Einfügung eines compensirenden Barometers könnte man (unter Vernachlässigung des Feuchtigkeitsgehaltes) diese Vorrichtung in einen wirklichen Thermographen verwandeln; der Verwendung im Freien stehen aber leider die Störungen durch Luftströmungen im Wege.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Amtliche Prüfung von Thermometern.

Mittheilung der zweiten (technischen) Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt.

Mit dem 17. October d. J. ist die amtliche Prüfung und Beglaubigung von Thermometern von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission auf die zweite (technische) Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt übergegangen. Die Prüfung erfolgt bis auf Weiteres auf Grund der unter dem 10. November 1885 erlassenen Bestimmungen (diese Zeitschrift, 1886. S. 22). Nur betreffs der Fehlerangaben ist eine Aenderung für nothwendig erachtet worden. Die Normal-Aichungs-Kommission bezog nämlich die Angaben ihrer Prüfungsscheine auf ein älteres, aus Thüringer Glas verfertigtes Quecksilberthermometer (Normalthermometer Nr. 101, siehe *Metronomische Beiträge Nr. 3*, herausgegeben von der N. A. K.) und machte nur bei allen genaueren Angaben auf die Nothwendigkeit der Reduction auf eine Gasthermometer-Skale aufmerksam. In den Fehlerangaben der von der Reichsanstalt ausgegebenen Prüfungsscheine hat dagegen jene Reduction bereits Berücksichtigung gefunden. Mit dieser Reduction hat es aber folgende Bewandtniss.

Die sorgfältigsten Bestimmungen der Fundamentalpunkte, des Kalibers und der Eintheilungsfehler des Glas-Quecksilberthermometers, sowie die Ermittlung der Abhängigkeit seiner Anzeigen vom äusseren und inneren Druck und von den thermischen Nachwirkungen genügen keineswegs, um die Ablesungen zweier aus verschiedenem Glase angefertigten Quecksilberthermometer in einer und derselben Temperatur in volle Uebereinstimmung zu bringen. Die Nichtübereinstimmung hängt von den Ausdehnungscoefficienten des Glases ab, welche von Glassorte zu Glassorte ansehnlich verschieden sind. Man kann nachweisen, dass zwischen + 30 und 50 Grad, wo das Maximum der Abweichungen stattfindet, bei Thermometern aus verschiedenen Glassorten Unterschiede der Temperaturangaben bis zu $^1/_4$ Grad übrig bleiben, welche nur von jenen Besonderheiten der Glassorten herrühren. Da ausserdem auch die Ausdehnung des Quecksilbers nicht genau der Temperatur proportional ist, hat man schon seit längerer Zeit danach gestrebt, eine Luft- oder Gasthermometer-Skale einzuführen und darauf die Angaben der Glas-Quecksilberthermometer zurückzuführen.

Für die Einführung der Gasthermometer-Skale spricht ausser dem stärkeren Ueberwiegen der Ausdehnung der Gase über diejenige der thermometrischen Gefässe und Röhren, namentlich auch die Erwägung, dass die Ausdehnung der sogenannten permanenten Gase den wahren Temperaturzunahmen wenigstens in Temperaturen zwischen 0 und 100 Grad sehr nahe proportional ist.

Die Ergebnisse der älteren Arbeiten mit Luftthermometern waren jedoch noch nicht mit genügender Sicherheit zur Festsetzung einer solchen Skale verwerthbar, einerseits weil die angewandten Methoden unvollkommen waren, andererseits weil die Angaben der Quecksilberthermometer früher nur unvollständig reducirt worden sind. Bei den von Dr. Grunmach und Dr. Pernet ausgeführten Vergleichungen der Angaben der Normal-Thermometer der Normal-Aichungs-Kommission mit einem Luftthermometer ist zum ersten Mal, und zwar auf Grund der bezüglichen Untersuchungen des Letztgenannten, den Eispunktsvariationen Rechnung getragen worden (siehe *Metron. Beiträge No. 3*). In den letzten Jahren sind sodann von Dr. Pernet und von Dr. Chappuis im internationalen Maass- und Gewichts-Bureau zu Breteuil bei Paris sehr vollständige und eingehende Vergleichungen von Glas-Quecksilberthermometern mit Gasthermometern unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Correctionen ausgeführt worden. Die Ergebnisse derselben sind, wenn auch noch nicht endgiltige, doch schon annäherungsweise soweit festgestellt, dass es jetzt, bei Gelegenheit des Ueberganges der Thermometerprüfungen von der Normal-Aichungs-Kommission auf die Reichsanstalt, zulässig und zweckmässig erschien, die Verbesserungen der Angaben der Glas-Quecksilberthermometer behufs ihrer Reduction auf eine Wasserstoffskale sofort in die Prüfungspraxis einzuführen.

Diese Verbesserungen beruhen auf den in Breteuil von Dr. Pernet ausgeführten Vergleichungen der Berliner Normalthermometer mit den an die Wasserstoffskale unmittelbar angeschlossenen dortigen Normalthermometern. Sie werden von den noch zu erwartenden definitiven Festsetzungen des internationalen Maass- und Gewichts-Bureaus nur um Beträge abweichen, welche für die ärztlichen Thermometer ganz unerheblich sind und auch sonst an der Grenze des sicher Bestimmbaren liegen.

Die Verbesserungen betragen:

bei	5 Grad	—0,04	Grad	(hunderttheilig)
„	10 „	—0,07	„	
„	15 „	—0,09	„	
„	20 „	—0,10	„	
„	25 „	—0,11	„	
„	30 „	—0,12	„	
„	35 „	—0,12	„	
„	40 „	—0,11	„	
„	45 „	—0,11	„	
„	50 „	—0,10	„	

Die Angaben der bisherigen auf ein Quecksilberthermometer aus Thüringer Glas begründeten Normalskale sind also um die vorstehenden Beträge zu hoch.

Referate.

Collimator-Gyroskop (Künstlicher Horizont).

Von Kapitän Fleuriais. *Compt. Rend.* ***103.*** *S. 1305.*

Die Schwierigkeit der Messung von Sternhöhen zur Ortsbestimmung auf See in denjenigen Fällen, in denen der Horizont nicht klar erkennbar ist, also des Nachts, bei nebligem Wetter u. s. w. hat zu mannigfachen Bestrebungen, einen künstlichen Horizont zu schaffen, Veranlassung gegeben, ohne dass die Lösung des Problems in durchaus zufriedenstellender Weise bisher erfolgt war. Neuerdings hat der französische Marinekapitän Fleuriais einen Apparat, den er *gyroscope collimateur* nennt, construirt, welcher das Problem in eigenartiger Weise löst und wofür er von der französischen Akademie preisgekrönt wurde. Die Einrichtung des Instrumentes ist folgende.

In einer Pfanne aus glashartem Stahl, welche die Form einer Kugelcalotte hat, rotirt ein Kreisel, dessen Spitze, ebenfalls aus glashartem Stahl, sehr fein zugeschliffen ist. Der eigentliche Körper des Kreisels ist wulstartig; die Massenvertheilung ist derart getroffen, dass der Schwerpunkt des Kreisels dicht unter der Spitze liegt, der letztere also im stabilen Gleichgewicht ist. Die Dimensionen der Pfanne sind so gewählt, dass sich die Spitze in ihr frei drehen kann, ohne jedoch zu viel Spielraum zu haben. Ein Tropfen feinen Oeles in der Pfanne verhindert das Kratzen der Spitze und vermindert dadurch die Abnutzung. Die Reibung ist auch sehr gering, so dass sich der Kreisel, einmal in Bewegung gesetzt, länger als 15 Minuten dreht.

Die obere Fläche des Kreisels ist eben und kreisrund. Auf ihr stehen symmetrisch zur Mitte zwei plan convexe Linsen, deren Ränder so weit abgeschliffen sind, dass nur die centralen Theile übrig bleiben. Es können daher nur Strahlen in der Nähe der optischen Axen die Linsen passiren, so dass die sphärische und die chromatische Aberration möglichst vermieden wird. Die Linsen sind so gestellt, dass ihre planen Flächen senkrecht auf der oberen Kreiselfläche, einander zugekehrt und parallel sind, und dass der Brennpunkt einer jeden in der planen Fläche der anderen liegt. Auf der planen Fläche ist in der Höhe der optischen Axe der Linsen je ein feiner Strich parallel zur

oberen Fläche des Kreisels gezogen. Die Strahlen, welche von jedem dieser beiden Striche ausgehen, werden durch die andere Linse gebrochen und treten parallel zur optischen Axe aus.

Der ganze Apparat wird nun direct an dem Sextanten angebracht. Die Pfanne befindet sich zu diesem Behufe auf einem kleinen Zapfen, welcher an dem Sextanten hinter dem kleinen Spiegel so befestigt werden muss, dass bei verticaler Lage der Sextantenebene und horizontaler Lage der optischen Axe des Fernrohrs die letztere den verticalen Durchmesser der Kugel trifft, von welcher die Pfanne eine Calotte bildet, und zwar etwa 13 *mm* über der Grundebene der letzteren. Die senkrechte Entfernung der optischen Axe des Linsensystems auf dem Kreisel von der Spitze des letzteren beträgt ebenfalls 13 *mm*, so dass die optische Axe des Sextanten mit derjenigen des Linsensystems in einer Linie liegt, sobald der Kreisel so steht, dass die planen Flächen der Linsen senkrecht zur optischen Axe des Sextantenfernrohres sind. In diesem Falle sieht der Beobachter durch das Fernrohr das Bild der einen, weiter von ihm entfernten Marke und zwar, da die Strahlen durch die nähere Linse parallel gemacht werden, in unendlicher Entfernung, also ebenso deutlich, wie das Bild des Sternes, welcher zu derselben Zeit durch Reflexion an dem grossen Spiegel in das Gesichtsfeld gebracht wird. Dreht sich nun der Kreisel, so verschwindet das Bild der einen Marke und wird nach einer halben Umdrehung des Kreisels durch das der zweiten Marke ersetzt. Geschähen die Drehungen des Kreisels langsam genug, so würde man nach jeder halben Umdrehung eine Marke erscheinen und wieder verschwinden sehen. Bei schnellerer Drehung dauert der Eindruck des Bildes der einen Marke auf die Netzhaut noch an, wenn schon das Bild der zweiten Marke erscheint und der Beobachter sieht daher eine einzige constante schwarze Linie. Dieses ist aber nur der Fall, wenn die Umdrehungsaxe des Kreisels vertical steht; dann nimmt die feste schwarze Linie die Stelle des Horizontes ein und indem man das Bild eines Sternes mit ihr zur Deckung bringt, kann man die Höhe des letzteren über dem Horizont messen.

Der Kreisel würde sich nun aus jeder beliebigen Anfangsstellung nach einiger Zeit von selbst aufrichten, so dass seine Rotationsaxe vertical und damit die Bedingung erfüllt wird, unter welcher das im Fernrohr ruhend erscheinende Bild der Marken den Horizont ersetzt. Die unvermeidlichen Stösse indessen, welche der Apparat durch Bewegung des Beobachters und des Schiffes erhält, werden den Kreisel häufig aus seiner verticalen Stellung bringen. Dann wird seine Rotationsaxe einen Kegelmantel beschreiben und das Bild der Marken im Fernrohr wird nicht mehr ruhen, sondern sich heben und senken, sich abwechselnd leicht nach links und nach rechts neigen. Der Beobachter wird daher in nahezu regelmässigen Zeitintervallen ein Maximum und ein Minimum in der Höhe der Marke wahrnehmen, nach oben und unten gleichweit abstehend von dem idealen Bilde des Horizontes, wie es bei verticaler Stellung der Kreiselaxe sich darbieten würde. Bringt man daher das Bild eines Sternes mit dem Bilde der Marke in ihrer höchsten, wie in der niedrigsten Stellung zur Deckung, so erhält man im Mittel aus den beiden so gemessenen Höhen die Höhe des Sternes über dem wahren Horizont.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der Kreisel rotirt, ist so gross, dass er in der Secunde 30 bis 40 Umdrehungen ausführt. Um ihm diese Geschwindigkeit zu ertheilen oder dieselbe zu erneuern, falls sie während einer Beobachtung merklich nachgelassen haben sollte, ist folgende Einrichtung vorgesehen. An dem Mantel des Kreisels sind in der Höhe der Spitze acht Flügel in schiefer Stellung angebracht; diesen Flügeln gegenüber befinden sich diametral entgegengesetzt zwei Mündungen eines Rohres, durch welches man mit Hilfe eines Blasebalges einen constanten Luftstrom gegen die Flügel richten kann. Dieser setzt den Kreisel in Bewegung und es genügen sechzig bis achtzig Stösse des Blasebalges, um dem Kreisel seine grösste Rotationsgeschwindigkeit zu ertheilen.

Die Versuche, welche mit dem Apparat bisher in der französischen Marine angestellt wurden, sollen ein sehr günstiges Resultat ergeben haben. Fleuriais verglich auf einer Reise, die er auf dem Panzerschiff „La Galissonière“ nach China machte, die mit

dem Apparat gemessenen Höhen von Sternen mit den directen Beobachtungen derselben über dem Horizonte. Die Abweichungen der auf diesen beiden Wegen erlangten Werthe waren in keinem Falle, selbst bei bewegter See, grösser als 3 bis 4 Bogenminuten.

Hm.

Ermittlung der Axenfehler des Hängezeuges.

Von Prof. Dr. M. Schmidt. *Jahrb. f. d. Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen 1887.*

Der bei markscheiderischen Arbeiten zur Verwendung kommende Hängecompass zeigt ein System von drei Hauptaxen. Die wichtigste von diesen ist die Compassaxe, die Linie, um welche sich die Compassbüchse kippen lässt; die Compassaxe wird durch die beiden Compasszapfen gebildet, welche diametral in den Hängering eingeschraubt sind. Die zweite Hauptaxe nennt Verf. Hakenlinie und bezeichnet damit jene Linie, welche durch die Scheitelpunkte der beiden Hakenöffnungen des Hängezeuges läuft und durch eine straff gespannte Schnur verkörpert ist, an welche der Compass bei den Messungen gehängt wird. Die dritte Axe ist endlich die Nulllinie der Compasstheilung. Ist das Hängezeug genau richtig justirt, so müssen Hakenlinie sowie Nulllinie rechtwinklig zur Compassaxe liegen, sowie letztere horizontal hängen. Sind die ersten beiden Bedingungen erfüllt, so liegt die Hakenlinie gleichzeitig parallel zur Nulllinie und die Compassaxe parallel zur Ost-West-Linie. Abweichungen von dieser Lage werden bezw. als Collimationsfehler, Orientirungsfehler und Neigungsfehler bezeichnet. Zur Bestimmung dieser Axenfehler verwendet Verf. den nachfolgend beschriebenen Hilfsapparat.

Der Apparat zeigt zwei auf der Alhidade eines Theilkreises befestigte Stützen, die oben in zwei schmale, rechtwinklig ausgeschnittene Metallblättchen auslaufen, welche zur Einlagerung der Zapfen der Compassaxe dienen. Durch Verstellen der Alhidade kann die auf diese Stützen gelagerte Compassaxe in horizontalem Sinne gedreht werden; der Drehungswinkel wird an der Kreistheilung durch zwei Nonien bis auf eine Bogenminute abgelesen. Als Unterlage des Kreises wird eine rechteckige Holzplatte mit gut abgerichteten Längsseiten benutzt, an welchem die linealartige Fussplatte eines Mikroskopgestelles angelegt und verschoben werden kann. Das im Gestell lagernde Mikroskop dient zur Untersuchung der parallelen Lage der Compassaxe gegen die Ost-West-Linie der Theilung.

Die Bestimmung des Collimationsfehlers nimmt Verf. mit diesem Instrument in folgender Weise vor. Der Apparat wird auf eine ebene Tischfläche oder Fensterbank derart aufgestellt, dass in einer Entfernung von einigen Metern ein scharf sichtbares Zielobject zur Verfügung steht. Der Compass wird hierauf vom Hängezeug getrennt und die Zapfen der Compassaxe in die hierfür bestimmten Einschnitte der oben erwähnten Stützen gelegt. Eine Stellschraube an der einen Stütze gestattet dabei den Abstand der Einlagerungsstellen passend zu reguliren. Die Stellung der Hakenlinie wird nun durch Einvisiren des Zielobjectes in zwei inversen Lagen des Hängezeuges in den Stützen beobachtet und der hieraus sich ergebende doppelte Collimationsfehler entweder aus zwei Kreisablesungen ermittelt oder, wenn als Zielobject eine horizontal liegende Scale benutzt wird, aus der Differenz der Scalenablesungen in beiden Lagen des Hängezeuges und dem bekannten Scalenabstand von der Compassmitte.

Zur Ermittlung des Orientirungsfehlers wird die Compassaxe wieder auf die beiden Stützen gelegt, mit Hilfe des Mikroskopes durch Drehen der Alhidade genau parallel der Längsseite der Untersatzplatte gerichtet und durch Anziehen der Kreisklemme in dieser Stellung festgehalten. Setzt man nun den Compass in das Hängezeug, richtet den Index des Mikroskopes auf den einen Endpunkt der Ost-West-Linie bezw. auf den demselben entsprechenden Strich der Compasstheilung und verschiebt hierauf den ganzen Apparat mit dem noch unverändert liegenden Hängecompass, bis das entgegengesetzte Ende der Ost-West-Linie im Gesichtsfelde des Mikroskopes erscheint, so wird nach dieser Verschiebung, falls ein Orientirungsfehler vorhanden ist, der betreffende Strich der Theilung nicht wieder mit dem Index des Mikroskopes sich decken. Die Grösse der Alhidadendrehung, welche vorzunehmen ist, um den Strich wieder in die Visiraxe des Mikroskopes zu bringen, ergiebt

den doppelten Orientirungsfehler. Vor der Untersuchung etwaiger Neigungsfehler muss man sich zunächst darüber Gewissheit verschaffen, ob es zulässig ist, die Compassaxe als zur oberen Randfläche der Compassbüchse parallel liegend anzusehen. Man legt zu diesem Zweck den Hängecompass auf die Stützen des Justirapparates, stellt in der Richtung der Compassaxe in passender Entfernung eine Millimeterscale vertical auf und liest die Höhe ab, in welcher sie durch eine Visur über die obere Randfläche des Compasses getroffen wird. Wird hierauf der Compass von den Stützen des Apparates abgenommen und bei unveränderter Stellung der Stützen und der Scale eine neue Visur durch die zur Einlagerung der Compasszapfen soeben benutzten Auskerbungen der Stützen ausgeführt, so darf diese zweite Scalenablesung um nicht mehr oder weniger gegen die erstere zurückstehen, als der Abstand der Randoberfläche der Compassbüchse von der Unterseite der Compasszapfen ausmacht. Wird hierbei ein Fehler bemerkt, so kann derselbe durch Ausreiben der Bohrung des einen Zapfenlagers ohne viel Mühe beseitigt werden, oder man merkt sich die Ablesedifferenz an und bringt diesen Betrag bei der Beobachtung der Neigungsfehler in Anrechnung. Nachdem dies geschehen, beschränkt sich Verf. bei Ermittlung der Neigungsfehler auf die Prüfung der richtigen Horizontalstellung der Oberfläche der Compassbüchse. Bei den zu diesem Zwecke vorzunehmenden Beobachtungen wird der Hängecompass an eine Verziehschnur von beiläufig 30° Neigung so aufgehängt, dass man unbehindert durch vortretende Constructionstheile des Hängezeuges in der Richtung der Nord-Süd- und Ost-Westlinie der Theilung über den Rand der Compassbüchse nach einer in passender Entfernung stehenden Millimeterscale in beiden Lagen des Hängezeuges visiren kann. Hängt nun die Compassoberfläche in beiden Lagen wirklich horizontal, so werden auch beide Visuren die Scale in gleicher Höhe treffen und gleiche Ablesungen geben. Ist dagegen die Compassoberfläche in der Richtung der Visur nicht horizontal, sondern nach aufwärts oder abwärts geneigt, so wird diese Neigung nach dem Umhängen des Hängezeuges an der Schnur in entgegengesetztem Sinne sich zeigen; die an der Scale beobachtete Höhendifferenz giebt dann bei dem angenommenen Scalenabstand ohne weitere Rechnung den doppelten Neigungsfehler in Bogenminuten in der betreffenden Visirrichtung für die Schnurneigung von 30°.

Für jeden der drei Axenfehler entwickelt Verf. den bezüglichen Einfluss auf das Messungsresultat, doch können wir hier nicht darauf eingehen, sondern müssen uns begnügen, den sich interessirenden Leser auf das Original zu verweisen. *W.*

Ueber die beste Methode, die directe Stärke der Sonnenstrahlung zu bestimmen.

British Association-Reports 1887. Nature **36.** *S. 497.*

Die Rücksicht auf die hohe wissenschaftliche Bedeutung, welche die Kenntniss eines genauen, sicheren Verfahrens für die Messung der directen Radiation der Sonnenstrahlung besitzt, hat die *British Association* bereits vor mehreren Jahren veranlasst, ein Comité, bestehend aus den Herren: Prof. Balfour Stewart, Prof. Stokes, Schuster, G. J. Stoney, H. E. Roscoe, Capt. Abney und G. J. Symons zu ernennen, dessen Aufgabe war, die zweckmässigste Lösung dieser Frage eingehend zu studiren. Das zu diesem Zwecke von dem Comité in Vorschlag gebrachte Aktinometer besteht aus einem hohlen Kupferwürfel von $3\,{}^1/_2$ *Quadratzoll* (engl.) Aussenfläche; die Wandstärke der Seitenflächen beträgt ${}^5/_8$ *Zoll* (engl.). Dieser Würfel wird aussen mit Filz (von ${}^9/_{10}$ *Zoll* Dicke) bekleidet und das Ganze dann mit dünnpolirten Messingplatten verschalt. In die Seitenflächen des Kupferwürfels können zwei Thermometer eingesenkt werden, und zwar das eine in jene Seitenfläche, welche der Sonnenstrahlung zugekehrt werden soll; das andere aber ruht mit seinem Gefäss in der gegenüberstehenden parallelen Seitenwand des Cubus. Diese Thermometer ermöglichen also jederzeit eine genaue Bestimmung der Temperatur der Würfeloberfläche, indem ja die sehr gut wärmeleitenden Flächen des Kupferwürfels in jedem Zeitmomente sehr nahe als eine Isotherme betrachtet werden dürfen, für welche die Temperatur aller ihrer Massenpunkte (bis auf $\pm\,{}^1/_{100}{}^\circ$) dieselbe ist. Ein drittes, das eigentliche Radiationsthermometer endlich, auf dessen

Kugel die Sonnenstrahlen in letzter Instanz (durch eine kleine Oeffnung in der Vorderfläche der Würfelhülle) fallen, ist mit seinem Gefässe genau in der Mitte des hohlen Würfelraumes placirt. Es liegt auf der Hand, dass, wenn das azimuthal oder noch besser aequatoreal montirte Aktinometer einmal in Thätigkeit gesetzt wird, der stationäre Stand des Radiationsthermometers, abgesehen von den Wärmeconstanten des letzteren, schliesslich abhängig sein wird, einerseits von der Wärmezufuhr seitens der directen Sonnenstrahlung und der sich nach und nach erwärmenden Flächen des Kupferwürfels, und andererseits von dem Wärmeverlust der Thermometerkugel an die Umgebung. Ist durch besondere Versuche der thermische Einfluss der Wärme zustrahlenden Flächen der Kupferhülle einmal bestimmt, so lässt sich dann unschwer auch die eigentliche Grösse der Sonnen-Radiation bestimmen, da der Wärmeverlust der Thermometerkugel an die Umgebung ja nahe proportional gesetzt werden darf der Differenz der Temperaturen zwischen der letzteren und dem Strahlungsthermometer.

Da fernere und eigentlich maassgebende Versuche mit diesem Aktinometer, welche den Zweck haben sollen, diese Methode der Messung und deren Sicherheit der Handhabung zu prüfen, erst noch in Aussicht stehen, so behalten wir uns vor, gelegentlich in einer weiteren Mittheilung an dieser Stelle auf die wirkliche Leistungsfähigkeit des Instrumentes nochmals zurückzukommen. *J. Maurer.*

Neuer Destillationsapparat.

Von U. Gayon. *Ann. de chim. et de phys. VI.* ***11.*** *S. 555.*

Es wird ein Fractioniraufsatz beschrieben, welcher wie der von F. D. Brown (siehe *Zeitschr. f. analyt. Chemie* ***20.*** *S. 399*) den Colonnenapparaten der Technik nachgebildet ist. Die Seitenwand jeder Zelle der Colonne wird durch ein 8 *cm* hohes, 5 *cm* weites Glasröhrenstück mit gut abgeschliffenen Rändern gebildet. Als Scheidewände der übereinander liegenden Zellen dienen dicke Messingringe mit erhöhtem inneren Rande, deren Oeffnung durch eine angelöthete dünne durchlöcherte Scheibe von verzinntem oder versilbertem Kupfer bedeckt ist. In eine Oeffnung dieser Kupferscheiben sind verkehrte Heber aus Glas eingesetzt. Durch eine etwas oberhalb der Kupferscheibe im Heberrohr angebrachte, in horizontaler Richtung verlängerte Oeffnung kann die condensirte Flüssigkeit in die nächste Zelle abfliessen. Auf beiden Seiten jedes Messingringes liegen Kautschukringe; diese werden von dünnen Zinnringen bedeckt, welche an den inneren Rand der Messingscheibe angelöthet sind. Gegen diese Ringe werden die Ränder der Glasröhrenstücke durch Stäbe angedrückt, welche durch correspondirende Löcher am äusseren Rand der eine Zelle oben und unten begrenzenden Messingscheibon gehen und durch Schraubenmuttern festgehalten werden. Die obere und untere Begrenzung der ganzen Säule bilden tubulirte Metallfassungen. Die Wirkung der Colonne wird noch durch ein oben aufgesetztes Rohr vervollständigt, in dem sich eine am oberen Rand angeschmolzene Eprouvette befindet. Die Dämpfe umspülen letztere und gelangen dann durch ein seitliches Ausströmungsrohr in den Kühler. In der Eprouvette befindet sich eine Flüssigkeit, deren Siedepunkt dem der überzutreibenden Fraction gleich ist; ihre Dämpfe werden durch einen aufgesetzten Rückflusskühler condensirt. *Wgsch.*

Zwillings-Prisma für Polarimeter.

Von Prof. S. P. Thompson, *Philos. Mag. V.* ***24.*** *S. 397.*

Der Verfasser lässt die Ahrens'schen Zwillingsprismen (vgl. diese Zeitschr. 1887 S. 310) auseinanderschneiden, einen Keil von $2^1/_2{}^\circ$ von der Seite der einen Hälfte abschleifen und dann wieder vereinigen. Dann bleibt eine zarte Trennungslinie sichtbar, auf deren beiden Seiten die Polarisationsebenen um $2^1/_2{}^\circ$ differiren. Das Prisma kann also als Halbschattenpolarisator gebraucht werden. Nach Ansicht des Verfassers ist es allen anderen Constructionen zu diesem Zweck vorzuziehen, der von Righi wegen geringeren Lichtverlustes, der von Laurent und von Poynting wegen gleicher Winkelverschiebung aller Farben, der von Jellet, weil die Felder unmittelbar aneinander stossen und den Prismen von Cornu und von Schmidt & Haensch wegen leichterer Herstellbarkeit. *Z.*

Neu erschienene Bücher.

A treatise on Geometrical Optics. By R. S. Heath, Cambridge 1887. 356 S. Mk. 10,00.

Das Land der geometrischen Optik ist vorzugsweise England. Nicht als wenn Deutschland, Frankreich und Italien zu dem Fortschritte dieser Wissenschaft weniger beigetragen hätten, — ein Blick auf das Literaturverzeichniss auch des vorliegenden Werkes würde eine solche Vermuthung sofort widerlegen — aber ein so weitgehendes Interesse für die theoretischen wie die praktischen Aufgaben und Errungenschaften der Optik, wie es in England traditionell ist, wird man in den anderen Ländern wohl vergeblich suchen.

Die geometrische Optik ist auf den englischen Universitäten ständiger Lehrgegenstand und eine natürliche Folge dieser Umstände ist, dass dort häufiger Lehrbücher dieses Wissensgebietes erscheinen als anderwärts. Auf diese Weise hat England die optische Literatur um eine Reihe vortrefflicher Darstellungen bereichert; ausser den im Literaturverzeichniss dieses Werkes genannten Werken von Smith, Herschel, Coddington, Lloyd, Griffin, Parkinson, Aldis, Rayleigh und Tait hätten namentlich Powell und Potter noch Erwähnung verdient.

Das Buch von Heath kann Ref. nach eingehendem Studium desselben aus vollem Herzen allen Physikern und Optikern empfehlen, welche die Errungenschaften der geometrischen Optik bis zur allerneusten Zeit in ihrer reinen Theorie und ihrer Anwendung auf das Verständniss der optischen Instrumente und Naturerscheinungen in einer zusammenfassenden, einheitlichen und höchst sachgemässen Darstellung zu erhalten wünschen.

Natürlich werden an die mathematischen Kenntnisse des Lesers etwas höhere Ansprüche gestellt als in den Elementardarstellungen etwa von Ferraris, Croullebois und Anderen. Trotzdem ist für die Ableitung der Sätze stets der einfachste und kürzeste Weg gewählt, so dass z. B. die Kummer'sche Strahlentheorie in ihren wesentlichen Grundzügen nur wenige Seiten beansprucht und an Eleganz der Darstellung Nichts zu wünschen übrig lässt. Sowohl die Dioptrik und Katoptrik der Linsen- und Spiegelsysteme, als die Theorie der Kaustiken, der algebraischen Strahlensysteme (schiefen unendlich dünnen Büschel) der Brechung durch Medien von stetig veränderlicher Dichtigkeit (meteorologische und physiologische Optik), der Achromasie, der optischen Instrumente, ist bis zu deren neusten Fortschritten behandelt und auch die Methoden zur praktischen Bestimmung der wichtigsten Constanten angeführt. Jedem Abschnitte ist eine Anzahl von interessanten Aufgaben beigefügt, deren Lösung angedeutet ist. Die Theorie des galileischen Fernrohrs ist leider auch von diesem Schriftsteller missverstanden, weshalb ich mir erlaubt habe, dieselbe (vgl. diese Zeitschr. 1887, S. 409) in Kürze darzustellen. Wiewohl das Werk auf Vollständigkeit keinen Anspruch erhebt, so übertrifft es in dieser Beziehung dennoch jedenfalls alle über das gleiche Gebiet vorhandenen.

Eine Berücksichtigung der Arbeiten von Casorati, Lippich, Matthiessen und C. Neumann würde bei einer künftigen Neuauflage des Buches den Werth desselben noch erhöhen. *Dr. S. Czapski.*

Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht. Unter Mitwirkung von Prof. E. Mach und Prof. B. Schwalbe herausgegeben von Dr. Fr. Poske. Jährlich 6 Hefte. Berlin, Springer. Mk. 10,00.

Die obige, seit October 1887 erscheinende neue Zeitschrift, zugleich Organ des „Vereins zur Förderung des physikalischen Unterrichts in Berlin“, macht es sich zur Aufgabe, die Entwicklung des Unterrichts in der Physik und Chemie nach Kräften zu fördern. Zu diesem Zwecke strebt sie zunächst eine planmässige Ausbildung der Methode des physikalischen und chemischen Unterrichts an. Der experimentelle Theil soll durch Mittheilungen neuer Unterrichtsmittel und Verbesserungen derselben, sowie durch Anleitungen zu dem Gebrauche der Apparate gefördert werden; die mathematische Seite

des Unterrichtes wird u. A. durch Zusammenstellung physikalischer Aufgaben gepflegt. Hieran schliessen sich Berichte über die Fachliteratur, sowie Besprechungen neuer Bücher und Schriften.

Das uns vorliegende erste Heft lässt mit seinem reichhaltigen und gediegenen Inhalte, sowie seiner guten Ausstattung das Beste für die Zukunft der Zeitschrift erwarten.

W.

R. Biedermann, Chemiker-Kalender pro 1888. IX. Jahrgang. Berlin. Springer M. 3,00.
H. Muraoka, Ueber die Deformation der Metallplatten durch Schleifen. Tokio. M. 1,80.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik.

In Nachstehendem geben wir einen Auszug aus dem von Herrn Dr. H. Mehner in der Sitzung vom 22. November 1887 über das Bernardos'sche elektrische Schweissverfahren gehaltenen Vortrage, unter Anlehnung an die Mittheilungen von Prof. Rühlmann über denselben Gegenstand (*Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 31. S. 863; Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 463*):

Es ist ein Zeichen der raschen technischen und wissenschaftlichen Entwicklung unserer Zeit, dass häufig dieselbe Erfindung gleichzeitig von Verschiedenen gemacht wird. Auch die Benutzung der Elektricität zum Schweissen ist ungefähr um dieselbe Zeit von Amerika und Russland zu uns gekommen. Die Anwendung der Elektricität zu diesem Zwecke ist aber bei beiden Erfindungen durchaus verschieden. Der amerikanische Professor Elihu Thomson benutzt die zu vereinigenden Metallstücke als Leiter für einen ausserordentlich starken Strom, wobei in Folge der sich entwickelnden hohen Temperatur eine Vereinigung an der Berührungsstelle erfolgt. Das Verfahren des Herrn von Bernardos in St. Petersburg bedient sich der grossen Hitze des elektrischen Lichtbogens. Nur das letztere Verfahren war Gegenstand des Vortrages; für dieses wurde auch eine grössere Anzahl von Probestücken vorgelegt.

Die Eigenthümlichkeit des Bernardos'schen Verfahrens besteht darin, dass man das zu bearbeitende Werkstück mit dem negativen Pole, andererseits einen Kohlenstift mit dem positiven Pole einer Elektricitätsquelle verbindet und den zwischen Werkstück und Kohle entstehenden Lichtbogen wie die Stichflamme eines Löthrohres wirken lässt, um Erhitzungen und Schmelzungen des Metalles hervorzurufen. Als Stromquelle dient eine Accumulatorenbatterie, welche während der Arbeit unausgesetzt durch eine Dynamomaschine geladen wird.

Die zur Verwendung kommenden Accumulatoren sind nicht von der gewöhnlichen Art der von Planté und Faure angegebenen, da bei dem elektrischen Schweissen plötzlich ganz gewaltige Elektricitätsmengen gebraucht werden und die genannten Systeme bei solcher starken Inanspruchnahme leicht Zerstörungen an den Platten ausgesetzt sein würden. Die Bernardos'schen Accumulatorplatten sind Gitter von wellenförmig gewundenen Bleistreifen, welche in einen Rahmen eingelöthet sind. Durch diese Einrichtung wird erreicht, dass die Schwefelsäure in dem Accumulator leicht circulirt und die entstehenden Gasblasen diese Circulation befördern; zugleich geben die Bleistreifen der Accumulatorplatte eine sehr grosse Oberfläche. Die Dimensionen einer Platte betragen 20 bei 16 bei 0,5 *cm*; die Oberfläche der zu einem Accumulator gehörigen fünf negativen und vier positiven Platten ist 1,25 *qm*.

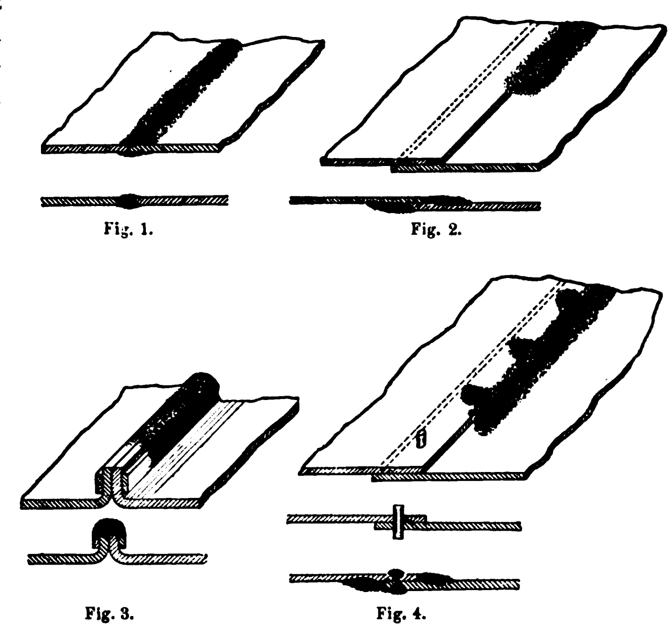
Die Accumulatorenbatterie besteht in der Bernardos'schen Werkstatt aus drei parallel geschalteten Gruppen von je 50 hinter einander geschalteten Accumulatoren, welche zur Bedienung von drei unabhängigen Arbeitsplätzen dienen. Jede Gruppe dieser 50 Accu-

mulatoren zerfällt wieder in Unterabtheilungen von je fünf. Von der positiven Klemme jeder Abtheilung von fünf Accumulatoren geht ein Leitungsdraht nach einem in der Nähe des Arbeitstisches befindlichen Umschalter; an diesen ist andererseits durch einen biegsamen Draht der Kohlenhalter mit dem Kohlenstift angeschlossen, mit welchem das Schweissen ausgeführt wird. Der Arbeiter hat es daher in der Hand, nach Bedürfniss 5, 10, 15 . . bis 50 Zellen in den Stromkreis einzuschalten und dadurch Spannung und Stromstärke zu regeln.

Die Dicke der zur Verwendung kommenden Kohlenstäbe richtet sich nach den zu bearbeitenden Metallstücken. Für Schmelzungen sehr grosser Metallmassen werden dicke, vorn zugespitzte Kohlenstäbe von 5 bis 6 *cm* Durchmesser benutzt, während bei der Bearbeitung sehr dünner Stücke Stifte von nur 1,5 *mm* Durchmesser verwendet werden. Am Besten haben sich bis jetzt harte Kohlenstäbe von Carré bewährt; die für Beleuchtungszwecke hergestellte Kohle ist meist zu weich.

Der Kohlenhalter hat in seiner neuesten Form die Gestalt einer Art Scheere, deren Backen durch Reibung oder einen kleinen Keil zusammengehalten werden; der Halter ist aus Kupfer hergestellt und unten mit einem Holzheft versehen; an dem vorderen Ende befindet sich zum Schutz der Hand des Arbeiters eine glockenartig gebogene Metallscheibe von ungefähr 25 *cm* Durchmesser. Um ausserdem die Hand vor den sprühenden Funken und der strahlenden Wärme des Lichtbogens zu schützen, bedient sich der Arbeiter eines starken Handschuhs aus rohem Leder. Zum Schutze des Auges dient während der Arbeit eine dunkelfarbige Glasplatte.

Das Bernardos'sche Verfahren ist einer mannigfachen Anwendbarkeit fähig. Starke Eisenbleche können stumpf zusammengestossen und durch eine Löthnath mit einander verbunden werden. Zu diesem Zwecke werden beide Bleche zusammengestossen und derart abgeschrägt, dass eine Art Rinne entsteht; diese wird mit kleinen Stücken desselben Materials — bei Eisen stets mit Schmiedeeisen — angefüllt und die Stücke werden durch Behandlung mit dem Lichtbogen zum Schmelzen gebracht.


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Andere Arten der Verwendung des Verfahrens sind das Aneinanderschweissen von Blechen (Fig. 1)[1]), das Uebereinanderlegen derselben mit Verschweissung der Enden (Fig. 2) oder die Verbindung der gebogenen Enden zweier Blechstreifen mit Verschmelzen der ganzen emporstehenden Kante (Fig. 3).

Besonders wichtig wird das elektrische Schweissen für das Verschmelzen von Nieten, womit sich das Verschweissen der Enden an dem zu vereinigenden Blech noch verbinden kann (Fig. 4). An Stelle wirklicher mechanischer Nieten bedient man sich nur eines cylindrischen Stückes Eisen, welches durch die Nietlöcher durchgesteckt und erst durch das Verschmelzen befestigt wird. — Wichtiger als diese Nietverbindungen ist die elektrische halbe Niete. Für eine solche werden die beiden zu vernietenden Bleche auf einander

1) Die Figuren sind der *Zeitschr. d. Vereins Deutsch. Ing.* **31.** *S. 865* entnommen.

gelegt; es wird dann nur das obere Blech gelocht und die entstandene Oeffnung hierauf mit dem im Lichtbogen geschmolzenen Metall ausgefüllt. An dem Durchschnitt einer so hergestellten Niete ist zu erkennen, wie vollkommen die Vereinigung stattgefunden hat; zwischen den beiden Blechen ist zwar die Grenze derselben zu erkennen, an der Nietstelle selbst aber hat gleichmässige Verschmelzung stattgefunden und es ist keinerlei unvermittelter Uebergang bemerkbar.

Auch dicke Rundeisenstäbe werden elektrisch vereinigt; man muss nur, damit die geschmolzenen Tropfen nicht wegfliessen können, die Enden mit Kohle umbauen; die Vereinigung ist die denkbar vollkommenste. Eine Welle von 9 *cm*, welche in dieser Weise durch Schweissen hergestellt war und dann abgedreht wurde, liess an der Vereinigungsstelle keine Spur der vorgenommenen Arbeit erkennen.

Das elektrische Schweissen ist in vielen Fällen von ausserordentlichem Nutzen bei vorkommenden Reparaturen. So wurde ein Excenterring aus Gusseisen von 12 *cm* innerem Durchmesser und 1 *cm* Dicke zerbrochen und dann an der Bruchstelle durch das Benardos'sche Verfahren mit bestem Erfolge vereinigt. Berechtigtes Aufsehen hat in der technischen Welt die Reparatur eines schadhaft gewordenen Dampfkessels einer Schmirgelfabrik in St. Petersburg gemacht. Die wegen der Wiederherstellung befragte Kesselschmiede verlangte dafür mehrere Wochen Zeit, während welcher die Fabrik hätte stehen müssen; mit Hilfe des neuen Verfahrens war der Schaden in einer halben Stunde ausgebessert, nach drei Stunden war bereits die Druckprobe zur vollkommenen Zufriedenheit abgenommen; die Fabrik brauchte nur zwei Tage zu feiern, am dritten Tage war sie bereits wieder in vollem Betriebe.

Die nach dem Bernardos'schen Verfahren hergestellten Verbindungen zeigen eine besondere Festigkeit. Zwei zusammengeschweisste Stücke Walzeisen — Holzkohleneisen aus den Werken von Demidoff — ergaben eine Zugfestigkeit von 28,5 *kg* auf 1 *qmm*, während das Metall selbst ausserhalb der Verbindungsstelle eine Zugfestigkeit von 32 *kg* auf 1 *qmm* hatte; die Verlängerung betrug dabei 9%. Es wird bei den elektrischen Nietverbindungen 93% der ursprünglichen Festigkeit erreicht. Ein durch elektrische Schmelzung gebildeter Stab aus Eisen riss bei 37,5 *kg* für 1 *qmm* nach 17,5% Verlängerung, und zeigte einen durchaus sehnigen Bruch, wie weicher Stahl. Diese Festigkeitseigenschaften erklären sich aus der geringen chemischen Veränderung, welche das Metall beim Schmelzen im Lichtbogen erfährt. Es liegen Analysen vor, welche in der Weise gewonnen sind, dass man Metallstücke tropfenweise abgeschmolzen hat und die herabfallenden Tropfen mittels des Lichtbogens zu einer einheitlichen Masse verband. Nach dieser wiederholten Behandlung ist nur eine äusserst geringe Abweichung von der ursprünglichen Zusammensetzung zu bemerken gewesen. (Vgl. hierüber Rühlmann, *Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 468.*) Die Zähigkeit der gebildeten elektrischen Verbindung ist aus zwei Proben von Eisenstäben von 1 bezw. 2,5 *cm* quadratischen Querschnitts ersichtlich, welche im Lichtbogen bearbeitet und an der Schweissstelle kalt gebogen worden sind, ohne dass an irgend einer Stelle Risse zu bemerken wären.

Nicht nur starke Bleche, sondern auch ganz schwache lassen sich mittels des Bernardos'schen Verfahrens sicher vereinigen. Eine sehr bemerkenswerthe Arbeit dieser Art ist ein kleiner Kessel, welcher hergestellt wurde, indem man ein rechtwinkliges Blech cylindrisch bog und an den Längskanten elektrisch vereinigte; in den so gebildeten Cylindermantel setzte der Arbeiter zwei flach gewölbte Böden ein; der Kessel wurde nachher abgedreht und es ist ihm nicht anzusehn, dass er aus mehreren Stücken hergestellt ist.

Die ausserordentliche Hitze des elektrischen Lichtbogens erlaubt es, auch unter Wasser zu verlöthen und deshalb ist zu erwarten, dass für die Marine die Erfindung von grosser Wichtigkeit wird, auch schon deshalb, weil eine sehr sichere Vereinigung eiserner Schiffstheile dadurch erzielt werden kann. Man hat bereits Torpedos nach dem Bernardos'schen Verfahren hergestellt.

In Russland kommen jetzt für den Transport des Petroleums eiserne Fässer zur Verwendung, deren Herstellung Bernardos sich gleichfalls hat angelegen sein lassen. Der Arbeiter heftet den zum Fass dienenden Blechmantel an den runden Boden und zwar zunächst

an einigen Stellen durch Berühren mit der Kohle an; dann beginnt er mit dem eigentlichen Schweissen, indem er langsam mit der Kohle das Fass von ungefähr 1 *m* Durchmesser umkreist; zur Herstellung der ganzen Schweissnaht braucht er etwa 2 Minuten. Die Fässer kosten nach der gewöhnlichen Art der Herstellung 22 Rubel und werden nach dem elektrischen Verfahren zu 6 Rubel (Selbstkosten) erzeugt, was die grossen Vorzüge der neuen Arbeitsweise deutlich erweist.

Nicht nur gleichartige Metalle lassen sich durch den elektrischen Lichtbogen vereinigen, sondern mit ebenso grosser Sicherheit auch verschiedenartige, z. B. Schmiedeeisen mit Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl. Letztere Art der Verbindung ist sehr wichtig für Werkzeuge, bei denen ein Ende aus hartem Stahl hergestellt sein muss, weil es zum Schneiden und Drehen beansprucht wird, während der andere Theil von oft verwickelter Form nur zur Heranführung und Erhaltung des Stahles an der Arbeitsstelle dient; hierher gehören Drehstahle u. dgl.

Ferner lassen sich vereinigen Nickel und Eisen, Blei und Eisen, Aluminium und Platin, Messing mit Messing, Messing mit Rothkupfer. Ganze Eisenplatten sind in der Bernardos'schen Werkstatt auf der Oberfläche mit einer mehrere Millimeter dicken Schicht von Kupfer oder Blei überzogen worden. Es ist wahrscheinlich, dass die chemische Industrie von der Herstellung solcher Verbindungen ausgedehnten Gebrauch machen wird.

Bis jetzt ist hauptsächlich die grosse Maschinen-Industrie auf die neue Methode aufmerksam geworden und bereitet sich zur ausgedehnten Anwendung derselben vor. Das Verfahren ist für Deutschland von einer Gesellschaft, an deren Spitze die Dresdener Bank steht, erworben worden; von derselben wird hier bei Berlin eine Versuchs- und Demonstrations-Werkstatt eingerichtet. Es wird beabsichtigt, die Erfindung nicht als Monopol auszubeuten, sondern Jedermann, der sie anzuwenden wünscht, gegen eine sehr geringe Abgabe die Licenz zu geben. Da für kleinere Sachen die Anlagekosten auch nicht sehr erheblich sind, besonders wo bereits eine mechanische Kraft zur Verfügung steht, so wird wohl auch die Feinmechanik bald von dem elektrischen Verfahren Gebrauch machen können. In welcher Weise dies zu geschehen hätte, lässt sich in diesem Augenblick bei der Neuheit der Erfindung noch nicht bestimmt feststellen. Unter Anderem dürfte ein grosser Vortheil darin zu suchen sein, dass die Entbehrlichkeit des Lothes bei Metallen in Fällen, in welchen die Ausdehnung bei Temperaturänderungen in Rücksicht zu ziehen ist, die Construction vereinfachen kann; es braucht eben hier keine in ihrer Zusammensetzung unbekannte Legirung zwischen die auf ihre Ausdehnung hin untersuchten Metalle eingefügt zu werden. — Vielleicht wird man auch bei Präcisionsinstrumenten, physikalischen Apparaten u. dgl. m. dazu kommen, ganz andere und einfachere Constructionen zu wählen, weil eine Anzahl von Schrauben und Nieten oder von complicirten Gussstücken durch das elektrische Schweissen entbehrlich werden.

Sitzung vom 6. December 1887. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr E. Raub sprach über die von ihm construirte neue Thermosäule, unter Vorführung eines Exemplars derselben. Nach einer Uebersicht über die geschichtliche Entwicklung der Thermosäulen und einer Schilderung der bisher üblichen Constructionen ging der Vortragende zu einer Beschreibung seiner neuen thermoelektrischen Batterie über. Dieselbe besteht aus ringförmigen Antimon-Neusilber-Elementen, welche in Verbindung mit Heizringen aus Kupfer und einer Zwangs-Luftkühlung einen bedeutend grösseren Effect als andere ähnliche Batterien erzielen. Durch die Heizung wird die Wärme ausschliesslich und gleichmässig an die Contactstellen übermittelt und damit sowohl eine Wärmeersparniss erreicht, als auch die schädliche Wirkung von Localströmen in den Contactstellen vermieden. Der leichten Zerbrechlichkeit der Elemente wurde dadurch vorgebeugt, dass dieselben durch Befestigungsringe fest umschlossen wurden. Die ringförmige Gestalt der Brenner verhindert, dass der Sauerstoff der Luft mit den zu erwärmenden Heizringen in Berührung kommt, wodurch die Oxydation der Ringe auf ein Minimum reducirt wird. Der Effect der neuen Batterie ist bei einem Gasverbrauch von 1 Cubikmeter 80 Volt-Ampère, der Wirkung von 6 bis 8 Bunsen-Elementen entsprechend, während die bisher gebräuchlichen Thermosäulen bei

gleichem Gasverbrauch einen Effect von höchstens 27 Volt-Ampère ergaben. Der Vortragende weist auf die Verwendung der Batterie für medicinische, galvanoplastische u. a. Zwecke hin, auch für elektrisches Schweissen nach der Thomson'schen Methode würde sie sich eignen.

Herr Dr. L. Loewenherz gab einige interessante Mittheilungen über Organisation und Thätigkeit der technischen Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt. Eins der nächsten Hefte der Zeitschrift wird hierüber eine amtliche Mittheilung bringen.

Der Vorsitzende macht darauf aufmerksam, dass die Anmeldungen für die im nächsten Frühjahre stattfindende Ausstellung von Lehrlingsarbeiten bis zum 15. Januar erfolgen müssen.

Zu Mitgliedern der Wahlvorbereitungs-Commission wurden gewählt die Herren Dr. Loewenherz, Sokol, Himmler, Seidel und v. Lichtenstein.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Berliner Zweigverein der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Sitzung vom 6. December 1887. Vorsitzender: Herr Prof. v. Bezold.

Nachdem der Vorsitzende zwei neue meteorologische Werke von Prof. Hann in Wien vorgelegt hatte, hielt Herr Dr. Assmann den angekündigten Vortrag „Ueber die Bestimmung der Temperatur und Feuchtigkeit der Luft". Unter den bisher vorhandenen Methoden zur Bestimmung der Lufttemperatur hat sich als beste diejenige mit dem Schleuderthermometer herausgestellt. Dieses Verfahren besitzt indess noch gewisse Mängel. Die Ablesung des Thermometers kann erst nach Unterbrechung der Rotation geschehen; das Absorptionsvermögen des Glases ist im Vergleich zu demjenigen der polirten Metalle noch ziemlich gross; die Operation des Schleuderns kann zuweilen in unwillkommener Weise die Lagerung der zu untersuchenden Luftschichten stören. Auch die Benetzung der Thermometer durch Niederschläge ist schwer auszuschliessen. — Diese Uebelstände sind fast gänzlich vermieden bei dem vom Vortragenden ersonnenen Verfahren, welches in erster Linie auf das Princip der massenhaften Lufterneuerung gegründet ist. Das Thermometergefäss wird mit einer kleinen cylindrischen hochpolirten Metallhülle umgeben, und aus dem Zwischenraume zwischen beiden die Luft durch einen Aspirator hinweggesaugt. Im vollen Sonnenscheine geht dabei das Thermometer in 2 bis 3 Minuten auf einen bestimmten Stand hinab, der durch Beschattung mit einem kleinen entfernten Schirme sich nicht ändert und deshalb zweifelsohne als wahre Lufttemperatur zu betrachten ist. — Behandelt man das feuchte Thermometer eines Psychrometers in gleicher Weise, so erzielt man allem Anscheine nach eine von allen Nebenumständen unbeeinflusste psychrometrische Differenz, welche aber etwas grösser ausfallen dürfte als diejenige, auf welche unsere Psychrometertafeln sich beziehen.

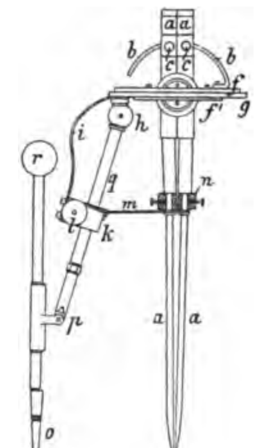
Im Anschlusse an diesen Vortrag wurde von den Herren Dr. R. von Helmholtz und Dr. A. Sprung ein neues absolutes Hygrometer vorgeführt, welches auf der Nebelbildung bei der Abkühlung der atmosphärischen Luft durch adiabatische Ausdehnung beruht. Auf die Brauchbarkeit dieses Principes wurde von Sprung in der *Oesterreichischen Zeitschrift für Meteor. (1883, S. 423)* hingewiesen. Unabhängig davon verwendete R. v. Helmholtz dasselbe in seinen „Untersuchungen über Dämpfe und Nebel, besonders über solche von Lösungen" *(Wiedem. Ann. 27. S. 508)*. Des Letzteren Apparat wurde zu vergleichenden Versuchen benutzt, wobei eine recht gute Uebereinstimmung mit dem Regnault'schen Thaupunktapparate resultirte. Hierdurch wurde bestätigt, was auch aus anderweitigen Untersuchungen hervorging, dass nämlich in der Mitte der sich ausdehnenden Luftmasse, da, wo die Nebelbildung beobachtet wird, die theoretisch berechnete Abkühlung wirklich eintritt. Die principielle Richtigkeit des Apparates kann daher schon als erwiesen betrachtet werden; weitere Versuche mit verbesserten Hilfsmitteln sollen zeigen, wie weit sich gewisse praktische Schwierigkeiten überwinden lassen.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Ellipsenzirkel. Von A. Dronke in Trier. No. 40058 vom 10. November 1886.

Die beiden Schenkel *a* des Ellipsenzirkels können durch Schrauben *c* in beliebiger Oeffnungsweite an einem Bügel *b*, der durch sie hindurchgeht, festgeschraubt werden. — Der Stift, um welchen sich die beiden Schenkel *a* drehen, ist nach beiden Seiten verlängert und ruht in der aus mehreren Scheiben bestehenden Platte *ff'*.



An der zwischen *f* und *f'* befindlichen, ringförmigen, drehbaren Scheibe *g* ist auf der unteren Seite durch ein Kugelgelenk *h* der dritte Schenkel *q* des Zirkels befestigt; derselbe trägt einen kleinen Kasten *k*, der seinerseits noch durch eine Feder *i* mit der Scheibe *g* verbunden ist; die Kraft dieser Feder drückt *k* und dadurch gleichzeitig *q* nach aussen. Durch *k* geht eine Axe mit kleiner fester Rolle *l* und einem Stellknopf. An *l* ist eine dünne Saite *m* ohne Ende befestigt, welche über die Nuten der beiden auf den Schenkeln *a* feststellbaren Hülsen *n* geht. Durch Drehung von *l* lässt sich die Länge des Fadens ohne Ende beliebig verändern. Der Schenkel *q* trägt noch, durch ein Gelenk *p* verbunden, eine Hülse, welche die Ziehfeder (bezw. Bleistift) in sich aufnimmt; der Knopf *r* drückt durch sein Gewicht die Reissfeder *o* stets auf das Papier.

Werden die Spitzen der beiden Schenkel *a* in die Brennpunkte der zu ziehenden Ellipse eingesetzt und durch Drehung von *l* die Länge des Fadens *m* gehörig regulirt, wobei durch Stellung der Hülsen *n* zu bewirken ist, dass der Faden *m* eine zur Ebene des Papieres parallele Ebene bestimmt, so beschreibt die Spitze *o* bei der Drehung der Scheibe *g* eine Ellipse.

Neuerungen an gläsernen Lichtprojectoren. Von Siemens & Halske in Berlin. No. 41028 vom 12. Januar 1887. (Zusatz-Patent zu No. 28801 vom 23. April 1885.)

Zur Herstellung des früher beschriebenen, aus mehreren Ringstücken zusammengesetzten Hohlspiegels von annähernd paraboloidischer Form werden benutzt: 1. Ringstücke, deren Brechungsfläche und (belegte) Spiegelfläche durch Rotation von Kreisbögen, deren Mittelpunkte ausserhalb der Spiegelaxe liegen, um die Spiegelaxe erzeugt werden; ferner 2. Stücke, deren Brechungsfläche eine Kugelzone und deren (belegte) Spiegelfläche eine Rotationsfläche ist, welche durch Rotation eines Kreisbogens, dessen Mittelpunkt ausserhalb der Spiegelaxe liegt, um die letztere erzeugt wird; endlich 3. Stücke, welche nach dem Mangin'schen Verfahren hergestellt sind, deren Brechungsfläche und belegte Spiegelfläche also Kugelzonen von nicht zusammenfallenden Mittelpunkten sind. Die durch die doppelte Brechung der Lichtstrahlen an der Brechungsfläche entstehenden Abweichungen werden durch entsprechende Wahl der Krümmungsradien corrigirt. (P. B. 1887. No. 48.)

Verfahren zur Herstellung von Ziehfedern für Reisszeuge. Von G. Schoenner in Nürnberg. No. 40967 vom 17. März 1887.

Die Federzungen werden aus dünnem Stahlblech hergestellt, rinnenförmig gebogen und an einem Stiel befestigt. (1887 No. 46.)

Verfahren, krumme Kohlenstäbe gerade zu machen. Von Gebr. Siemens & Co. in Charlottenburg. No. 41242 vom 5. November 1886.

Dieses Verfahren, nach dem Glühen krumm ausgefallene Kohlenstäbe gerade zu machen, besteht darin, dass die Stäbe nach dem ersten Glühen fest in Bündel zusammengeschnürt, mit Paraffinöl oder ähnlichen bei ihrer Verdampfung nur wenig Rückstand hinterlassenden kohlenwasserstoffreichen Flüssigkeiten getränkt und in Tiegel fest verpackt, zur Weissgluth erhitzt werden. (1887. No. 48.)

Schiffscompass. Von F. A. Paget in London. No. 41060 vom 3. August 1885.

Um die Deviation möglichst zu vermindern, ist eine im Vergleich zum Schiffskörper ausserordentlich kleine Magnetnadel (von ungefähr 1 *mm* Länge, 0,033 *mm* Breite und 0,05 *mm* Dicke)

benutzt, bei welcher die Gleichgewichtsbedingung für sehr kleine Nadeln gilt. Die Ablesung kann wegen der Kleinheit der Nadel bezw. der Rose nicht mit blossem Auge erfolgen und geschieht daher auf mikroskopischem Wege. (1887. No. 48.)

Für die Werkstatt.

Färben von Messing. Neueste Erfind. u. Erfahr. 1887. S. 523, aus „Metallarbeiter".

Es werden eine Anzahl von Recepten zum Färben von Messingtheilen angegeben; die Färbung wird durch Sieden in den in nachstehender Tabelle mitgetheilten Lösungen erreicht.

No.	Lösungen.	Farben.	Bemerkungen.
1.	9 Th. Kupfervitriol, 25 Th. Salmiak, 10 Th. Wasser.	Grünlich.	
2.	10 Th. Kupfervitriol, 10 Th. chlors. Kali, 1000 Th. Wasser.	Braunorange bis zimmtbraun.	
3.	8 Th. Kupfervitriol und Lösung von 100 Th. Aetznatron in 100 Th. Wasser.	Blauer Niederschlag; die siedende Masse giebt grünlichbraune Farbe.	Durch Zusatz von Eisenoxyd dunkler.
4.	50 Th. Aetznatron, 50 Th. Schwefelantimon, 500 Th. Wasser.	Helles Feigenbraun.	
5.	20 Th. Kupfervitriol, 20 Th. unterschwefligsaures Natron, 10 Th. Weinstein, 400 Th. Wasser.	Erst rosa, dann blau.	Bei Zusatz von 20 Th. schwefelsaurem Eisenoxydammoniak und 20 Th. unterschwefligsaurem Natron wechselt die Farbe von gelb nach rosa, blau, gelb und wird schliesslich schön grau.
6.	20 Th. chlorsaures Kali, 10 Th. Nickelsalz, 400 Th. Wasser.	Braun.	Nach längerem Sieden; das Verfahren wirkt jedoch nicht auf gelb gebrannten Blechen.
7.	5 Th. chlorsaures Kali, 2 Th. kohlensaur. Nickeloxyd, 5 Th. Nickelsalz, 250 Th. Wasser.	Braungelb, schön roth schillernd.	Nach längerem Sieden.
8.	5 Th. chlorsaures Kali, 10 Th. Nickelsalz, 250 Th. Wasser.	Schön dunkelbraun.	
9.	5 Th. Auripigment (gelbes Schwefelarsen), 10 Th. krystallisirte Soda, 250 Th. Wass.	Anfangs roth, dann blau, hellbraun bis weiss.	
10.	5 Th. Kupfervitriol, 5 Th. Nickelsalz, 5 Th. chlorsaures Kali, 250 Th. Wasser.	Gut deckendes gelbbraun.	
11.	5 Th. Weinstein, 5 Th. Kupfervitriol, 250 Th. Wasser, gemischt mit einer Lösung von 13 g unterschwefligsaur. Natron in 15 *l* Wasser.	Irisfarben.	Durch ganz schwache Schwefelausscheidung.
12.	1 Th. Schwefelleber, 5 Th. Ammoniak, 100 Th. Wasser.	Schön blau.	Nach längerem Liegen in verschlossenem Gefäss.

P.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **Februar 1888.** Zweites Heft.

Universalcamera für Himmelsphotographie.

Von

Dir. **E. v. Gothard** in Herény (Ungarn.)

Im Jahrgange 1886 dieser Zeitschrift S. 5 habe ich eine Anzahl von Apparaten zur Aufnahme himmlischer Objecte beschrieben, mit welchen ich meine ersten Studien auf diesem Gebiete der beobachtenden Astronomie angestellt hatte. Seitdem habe ich mich fast ausschliesslich mit astronomischer Photographie beschäftigt; hierbei erkannte ich mancherlei Mängel der früher beschriebenen Instrumente und suchte sie zu verbessern. Als ein Resultat dieser Arbeiten erlaube ich mir in Folgendem die Beschreibung der neuen Form meiner Universalcamera zu geben, welche bei meinen Aufnahmen seit mehreren Monaten die besten Dienste leistet.

Bevor ich mich zu der eigentlichen Beschreibung wende, will ich ganz kurz das Verfahren schildern, das ich bei meinen Aufnahmen verwende. Zunächst muss ich vorausschicken, dass die in der oben erwähnten Abhandlung in Fig. 9 S. 13 abgebildete Anordnung nur in wenigen Fällen zur Anwendung gekommen ist. Das Gesichtsfeld eines Newton'schen Spiegelteleskopes — ich besitze ein solches von 26 *cm* Oeffnung und 2 *m* Brennweite — ist immer sehr beschränkt und es ist schwer, bei bestimmten Objecten ein entsprechendes Controlobject zu finden, welches sich mit dem an der Kassette angebrachten Ocular gut einstellen lässt, umsomehr, weil die Bilder am Rande des Gesichtsfeldes immer viel lichtschwächer sind, man auch ungern einen Theil des ohnedies kleinen Gesichtsfeldes durch das Ocular wegnimmt. Auch die Schlittenbewegung ist unzureichend, besonders, wenn das Uhrwerk zufälligerweise nicht regelmässig arbeitet und man genöthigt ist, sich der Feinbewegungen zu bedienen. Endlich kann man mit einem solchen Apparate nicht alle Objecte photographiren, z. B. nicht Kometen mit starker Eigenbewegung. — Diese Mängel beseitigte ich durch die Anwendung eines vorzüglichen Objectives von G. & S. Merz in München von 12 *cm* Oeffnung und einer Brennweite von 1,38 *m* und montirte dasselbe als Sucher an das Teleskop, so dass in Verbindung mit einer eigenthümlichen Oculareinrichtung bequeme Einstellung ermöglicht ist*). — Ich stelle nun das zu photographirende Object im Spiegelteleskop ein, suche einen entsprechenden Stern in der Nähe mit dem Sucher auf, stelle ihn auf das Fadenkreuz des Suchers, überwache während der Exposition (manchmal bis 2 Stunden) die Function des Uhrwerkes und berichtige die eventuellen Abweichungen mittels der Feinbewegungen.

In der nunmehr zu beschreibenden neuen Universalcamera liess ich die Ca-

*) Nähere Beschreibung dieses Suchers vgl. *v. Konkoly*, *Praktische Anleitung zur Himmelsphotographie*, *S. 301.*

mera der älteren Construction ganz weg, behielt aber die Positionsbewegung und die beiden zu einander senkrechten Schlitten bei. Der Apparat ist in Fig. 1 mit eingeschobener Kassette im Durchschnitt schematisch dargestellt; Fig. 2 giebt eine perspectivische Ansicht des Apparates und seiner Hilfstheile.

Die Messingscheibe *A* wird auf einer ähnlichen, entsprechenden Scheibe des Ocularauszuges mittels dreier Schrauben mit geränderten Köpfen befestigt. In der an die Scheibe *A* angegossenen cylindrischen Verlängerung ist ein anderes Rohr *R* drehbar, welches einerseits an dem unteren Schlitten *B* angeschraubt ist, andererseits vor dem Herausfallen durch einen vorgeschraubten Ring geschützt wird. Eine seitliche Druckschraube *s* klemmt beide Stücke nach erfolgter Einstellung fest zusammen.

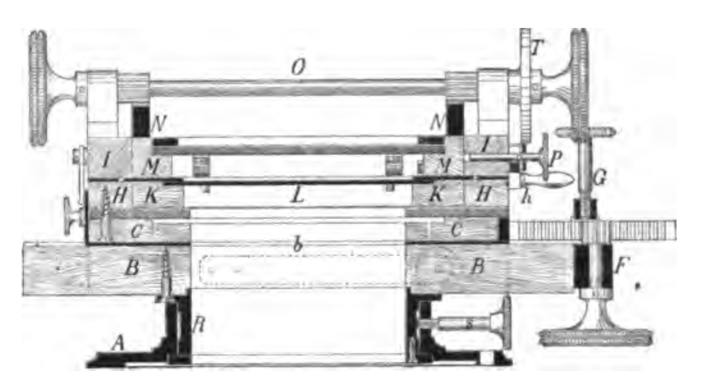


Fig. 1.

Die Möglichkeit des Einstellens im Sinne der Position ist bei einem Newton'schen Reflector unumgänglich nothwendig, denn die Hauptrichtungen drehen sich in dem Sinne, wie das Rohr des Reflectors um die optische Axe gedreht wird, und es ist immer sehr angenehm, wenn die Richtung der Declination und der täglichen Bewegung mit den Kanten der photographischen Platte parallel laufen.

Der Schlitten *B*, auf welchem der ganze Apparat aufgebaut ist, besteht aus sehr gut ausgetrocknetem Mahagoniholz. Die Mitte desselben ist von einer dem Auszugrohre des Reflectors entsprechenden Bohrung von 60 *mm* Weite durchbrochen. Auf der oberen Fläche von *B* sind zwei Messingstreifen von 1 *mm* Stärke und 10 *mm* Breite parallel zu den Längskanten so aufgeschraubt, dass sie die letzteren um 3 *mm* überragen. Diese Messingstreifen dienen als Führungen. Auf denselben gleitet der Mahagonischlitten *C*, welcher als Führung der zweiten Schlittenbewegung dient und durch die beiden Leisten *cc* aus Mahagoniholz gehalten wird. Um eine leichte und sichere Führung zu erreichen, werden beim Festschrauben der Leisten *cc* auf dem Brette *C* schmale Messingstreifen von demselben Bleche, aus welchem die Führungsstreifen geschnitten sind, eingeklemmt. Letztere schleifen daher in Holzführungen von rechteckiger Form, wodurch eine sichere Führung aut einfache und leichte Weise erreicht ist. Solche Führungen — die auch bei mancher anderen photographischen Camera vorkommen — halte ich in allen Fällen, wo es nicht auf die höchste Präcision ankommt, für sehr praktisch.

Da die beiden Führungsstreifen in das Brett *B* nicht eingelassen sind, ist zwischen den beiden Platten *B* und *C* ein Zwischenraum von 1 *mm* Höhe. Dieser Raum ist benutzt, um verschiedene Blenden *b*, *D*, *E* in den Strahlenkegel einschalten zu können. Ich liess fünf Blenden anfertigen, die, an einem Ende rechtwinklig aufgebogen und mit einem Messingknöpfchen versehen, ein bequemes Herausziehen ermöglichen. Solche Blenden sind bei *D* und *E* abgebildet; sie werden zu folgenden Zwecken verwendet:

1) Die Blende *b* (Fig. 1) mit einer runden Bohrung von 60 *mm* als Staubblende

wird bei allen Aufnahmen eingeschoben, bei denen der ganze Strahlenkegel ausgenutzt werden soll, also bei Aufnahmen von grösseren Himmelsflächen.

2) Die Blende *E* mit einer Scheibe von 30 *mm* Durchmesser in der Mitte wird nach Beendigung einer jeden Aufnahme eingeschoben und dann das Uhrwerk angehalten, so dass die helleren Sterne geradlinige Spuren erzeugen, wodurch die Richtung der täglichen Bewegung angegeben wird. Die Scheibe verdeckt bei dieser Gelegenheit die Mitte der empfindlichen Platte und verhindert, dass die Sternspuren zufälliger Weise kleinere Sterne verdecken und die Aufnahme verunstalten.

3) Die Blende *D* mit einer kleinen Scheibe von 3 *mm* Durchmesser, welche mit drei sehr dünnen Metalldrähten befestigt ist, wird verwendet, wenn die Umgebung sehr heller Sterne aufgenommen werden soll. Die Scheibe verhindert die in Folge der starken chemischen Wirkung heller Sterne entstehenden grossen Lichthöfe, weil sie den ganzen von dem Sterne kommenden Strahlenkegel aufnimmt und die Platte beschirmt; die Umgebung des hellen Sterns kann ungehindert auf die Platte einwirken, auch die Drähte verhindern die volle Wirkung nicht, weil sie 20 *mm* von der Platte entfernt sind.

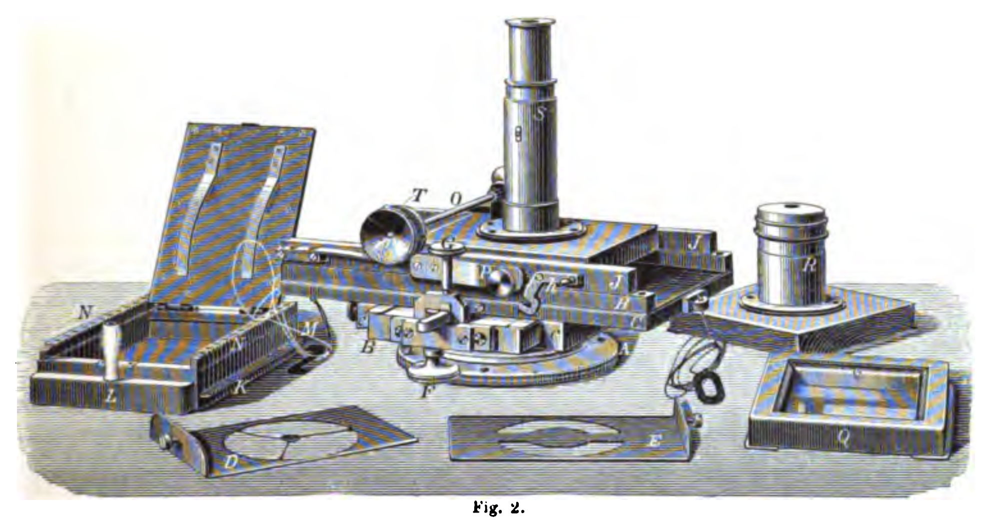


Fig. 2.

4) und 5) Eine Blende mit einer Bohrung von 8 *mm* wird eingeschoben, wenn die Umgebung ausgeschlossen werden soll und man nur die Aufnahme eines einzelnen Objectes, z. B. eines Doppelsterns, beabsichtigt, und zwar verwendet man eine Blende von der Form der eben beschriebenen, wenn man nur e i n e Aufnahme, oder mehrere Aufnahmen mittels Verschiebung der Kassette machen will. Bezweckt man aber die vollständige Ausnutzung der Platte, so schiebt man eine Blende von der Länge des Brettes *B* mit einer centralen Bohrung von 8 *mm* ein; man kann dann durch Verschieben des Obertheiles auf dem Schlitten *B* drei Reihen von Bildern, in jeder Reihe sechs durch Verschieben der Kassette, also zusammen 18 Bilder auf e i n e r Platte aufnehmen.

Diese Vervielfältigung der Aufnahmen ist besonders bei Doppelsternen sehr zweckmässig. Erstens kann man in dieser Weise am Leichtesten die passendste Expositionsdauer ausmitteln, was bei solchen Aufnahmen sehr wichtig ist; ferner hat man den Vortheil, die für die Messung geeignetsten Bilder auswählen zu können und kann die Messungen an mehreren Aufnahmen vornehmen. Die Schlittenbewegungen der Camera haben daher hauptsächlich den Zweck, die Aufnahmen vervielfältigen zu können und zwar empfiehlt sich bei Mond- und Planetenaufnahmen die Blende No. 1, bei Doppelsternen die Blende No. 4 oder 5.

Der Obertheil der Camera ist in der oben geschilderten Führung mittels Zahnstange und Trieb *F* verschiebbar; eine Klemmschraube *G* dient zur Arretirung dieser Bewegung. Die Zahnstange ist an *C* befestigt und das Trieb in einem an *B* festgeschraubten Messingstück gelagert. Die beiden äussersten Lagen des Schlittens werden durch die Länge der Zahnstange, und die Mittellage, bei welcher sämmtliche Bohrungen der Camera centrisch sind, mittels eines Stiftes bestimmt, welcher in dieser Lage durch eine Feder in eine entsprechende Bohrung des Brettes *B* eingedrückt wird. (In Fig. 1 punktirt gezeichnet.) Diese Anordnung erleichtert die Arbeit auch im vollkommen verfinsterten Beobachtungsraume sehr.

Das Mahagonibrett *C* hat eine Länge von 20 *cm;* die obere Fläche ist mit einer Vertiefung versehen, in welcher ein Messingblech mit einer kreisförmigen Durchbohrung von 60 *mm* Durchmesser leicht bewegt werden kann; eine 2 *mm* starke Hartgummiplatte schliesst die Vertiefung, so dass die Messingplatte vollkommen eingeschlossen ist. An die Messingplatte sind zwei Seidenschnüre befestigt, welche mittels entsprechender Oesenführungen die Bewegung der Platte auch aus grösseren Entfernungen ermöglichen. Die Messingplatte dient zur Oeffnung der centralen Bohrung der Camera; ihre Durchbohrung ist derart angebracht, dass bei Anziehen der mit dem Buchstaben *Z* bezeichneten Schnur die Oeffnung der Camera geschlossen ist, während bei Benutzung der mit *O* bezeichneten Schnur die Exposition beginnt; die Buchstaben sind aus starkem Messingblech angefertigt und an dem Ende der betreffenden Schnur befestigt. Die Vorrichtung erlaubt das Schliessen und Oeffnen der Camera vom Ocularende des Suchers aus. — Auf der Hartgummiplatte ist die Führung der die empfindliche Platte enthaltenden Kassette aufgebaut. Sie besteht ebenso wie diejenige bei *B* aus je zwei quadratischen Holzstäben, *H* und *I*, zwischen welchen ein entsprechender Messingstreifen eingeklemmt ist. In diese Führung können die folgenden Hilfsmittel eingeschoben werden: 1) die Kassette, 2) eine matte Scheibe, 3) ein Mikroskop, 4) ein Ocular.

Die Kassette ist für Platten von 65 bei 90 *mm* bestimmt; sie besteht aus zwei Mahagonirahmen, zwischen welche ein innen und aussen um einige Millimeter hervorragender Rahmen aus Messingblech eingeklemmt ist. Der Messingrahmen dient zur Führung der Kassette, ferner als Lager für die empfindliche Platte. Ich muss die Vorzüge dieser von mir angegebenen, sehr leicht ausführbaren Construction für Präcisions-Kassetten besonders betonen; sie bestehen in Folgendem: 1) Die Kasette gestattet die scharfe Definition derjenigen Ebene, welche mit der empfindlichen Platte zusammenfällt. Diese Ebene liegt in der Oberfläche des Messingrahmens und zwar aussen an der oberen Fläche der Führungsstreifen; daher kann man 2) mit der grössten Leichtigkeit und Präcision eine beliebige Anzahl Kassetten anfertigen, welche auf das Genaueste gleich sind, und bei welchen die empfindliche Schicht sich immer in derselben Ebene befindet. 3) Die Ebene ist als eine solche durch Abdrehen der beiden Holzrahmen sehr exact und präcise darstellbar; auf diese Weise kann nie eine windschiefe Fläche entstehen. 4) Die Führung der Kassette ist eine sehr feine ohne Schlottern oder Klemmen. 5) Die verschiedenen Hilfsmittel zur scharfen Einstellung können sehr leicht mit der grössten Genauigkeit hergestellt werden, da die Ebene der empfindlichen Schicht durch die Oberfläche des Messingrahmens exact bestimmt ist, wie ich gleich unten nachweisen werde.

Die Construction ist sehr einfach. In dem unteren Rahmen *K* ist eine Vertiefung für den Kassettenschieber *L* eingearbeitet; er besteht aus 1 *mm* starkem

Messingblech, welches unter dem Messingrahmen leicht verschoben werden kann; zwei unten eingesetzte Schrauben verhindern die Bewegung, wenn der Schieber ganz ausgezogen ist. Eine Holzfassung an dem aus der Kassette herausragenden Ende des Schiebers, in welche ein Knopf eingeschraubt ist, erleichtert das Ausziehen und schützt das Blech gegen Verbiegen. Der obere Rahmen *M* ist mit einem Deckel aus Hartgummi, welcher gegen Beschädigung durch eine leichte Messingeinfassung geschützt ist, versehen. Die Platte wird durch zwei am Deckel angebrachte Federn auf den mittleren Messingrahmen gepresst. Eine dritte Feder drückt die Platte gegen eine Längskante der Kassette, um jede Verschiebung während der Exposition zu verhindern, und um ferner die Bedingung zu erfüllen, dass die Längskante der Platte parallel mit der täglichen Bewegung ist.

Auf dem oberen Rahmen sind zwei Zahnstangen *NN* festgeschraubt, in welche das Doppel-Trieb *O* eingreift. Eine mit dem Trieb festverbundene Scheibe *T* mit zwei Einkerbungen, in welche eine Feder einschnappt, erlaubt das Weiterbewegen der Kassette um bestimmte Längen (von 10 zu 10 *mm*), wenn mehrere Aufnahmen hinter einander gemacht werden sollen.

Die Mittelstellung der Kassette wird durch eine ähnliche Vorrichtung, wie sie bei der Schlittenführung *B* beschrieben wurde, bestimmt. Sie ist in der Zeichnung bei *P* sichtbar und besteht aus einem Stifte, welcher durch eine Feder in eine entsprechende Bohrung der Kassette eingedrückt wird. Durch einen zweiarmigen Hebel *h* kann man die Vorrichtung arretiren, so dass die Kassette ungehindert eingeschoben oder ausgezogen werden kann.

Zur Einstellung des zu photographirenden Objectes auf die gewünschte Stelle dienen verschiedene Hilfsmittel und zwar:

1) Zur Einstellung heller Objecte, z. B. des Mondes, wird eine matte Glasplatte *Q* benutzt; sie besteht aus einem, auf einem Holzrahmen aufgeschraubten Rahmen aus Messingblech, auf welchen die sehr fein matt geschliffene Glasplatte mit der matten Fläche gelegt wird. Die ganze Vorrichtung entspricht genau dem Obertheil der Kassette *M* und es ist sehr natürlich, dass die Lage der matten Fläche der Scheibe vollkommen mit der empfindlichen Schicht zusammenfallen muss. Die matte Scheibe kann zur Orientirung ebenso wie zur Feineinstellung benutzt werden.

2) Zur Einstellung von lichtschwächeren Objecten, Sternen, Nebeln, Kometen, dient ein Ocular *R*. Seine Einrichtung ist die folgende: Ein Mahagonibrett ist mit zwei Führungsstreifen aus Messingblech versehen, welche in die Kassettenführung der Camera passen; sie sind auf dem Brett unten befestigt, so dass die untere Fläche des Brettes mit der empfindlichen Schicht zusammenfällt. Auf der oberen Seite des Brettes ist ein Messingrohr befestigt, in welchem das Ocular höher und tiefer gestellt werden kann, so lange, bis eine auf eine Glasplatte geritzte Linie, welche auf der unteren Fläche des Mahagonibrettes befestigt ist, daher mit der empfindlichen Schicht in einer Ebene liegt, scharf gesehen wird. In dieser Stellung wird das Ocular festgeklemmt. — Die Glasplatte hat die Länge des Mahagonibrettes und ist so befestigt, dass die eingeritzte Linie parallel mit denjenigen Kanten steht, auf welche die Führungsstreifen geschraubt sind. In dieser Weise ist sehr leicht die photographische Platte zu orientiren; man dreht die ganze Camera im Ringe *A* so lange, bis ein Stern bei angehaltenem Uhrwerk sich auf der Linie bewegt. — Um die Linie bei Nacht zu sehen, braucht man nur die eine Endfläche der Glasplatte zu beleuchten; dann erscheint die Linie glänzend hell auf dunklem Grunde. Die Beleuchtung kann durch eine Handlaterne geschehen; es genügt schon eine Kerze

in einer Entfernung von 1 *m*, um die Linie recht hell zu erleuchten. Ich bin auf diese äusserst einfache Fadenbeleuchtung bei Versuchen, Leuchtfarbe in eingeritzte Vertiefungen einzupressen und helle Fäden auf solche Weise zu erhalten, gekommen, und ich glaube, sie könnte bei den verschiedensten Apparaten gute Dienste leisten. Ich hoffe bei einer anderen Gelegenheit Näheres über sie berichten zu können.

3) Die eigentliche Feineinstellung geschieht mittels eines Mikroskopes *S*, welches ebenso wie das Ocular *R* montirt ist; nur wurde die Platte mit der Linie, welche zur Justirung des Mikroskopes dient, entfernt, nachdem das Mikroskop auf sie scharf eingestellt und in dieser Stellung festgeschraubt war. Es ist einleuchtend, dass die Bildebene des Mikroskopes in dieser Weise mit der unteren Fläche des Mahagonibrettes, daher mit der empfindlichen Schicht zusammenfällt; um die Camera scharf einzustellen, braucht man nur den Ocularauszug des Teleskopes so lange zu verschieben, bis die Sterne im Mikroskope scharf erscheinen, d. h. ihre Bilder in der Ebene der empfindlichen Schicht erzeugt werden.

Der Apparat ist im Monate April 1887 nach meinen Zeichnungen in der Werkstatt meiner Privat-Sternwarte ausgeführt und ich arbeite mit ihm seit dieser Zeit zu meiner vollkommensten Zufriedenheit.

Zum Schluss möchte ich noch ganz kurz den Vorgang der Arbeit mit ihm schildern. Zuerst wird die Camera mittels des Mikroskopes *S* scharf in den Focus gebracht, dann das zu photographirende Object eingestellt und in die Führung das Ocular *R* eingeschoben, bis der Stift *P* es in der centralen Stellung festhält. Das Object wird hierauf mittels der Feinbewegungen in die Mitte des Gesichtsfeldes eingestellt, das Uhrwerk angehalten, die Camera so lange gedreht, bis der Stern die Linie nicht mehr verlässt, und in dieser Stellung festgeklemmt. Jetzt wird auch der Sucher justirt und ein Stern auf sein Fadenkreuz gestellt. Dann sieht man noch einmal in dem Ocular *R* nach, ob nicht etwa eine Verschiebung stattgefunden hat, und wenn Alles in Ordnung ist, wird die Schnur mit dem Buchstaben *Z* angezogen, d. h. die Oeffnung der Camera geschlossen. Das Ocular wird nun entfernt, die Kassette mit der empfindlichen Platte eingeschoben und der Schieber *L* geöffnet. Jetzt nimmt der Beobachter seinen Platz beim Sucher ein; durch Anziehen der Schnur *O* wird die Camera geöffnet und die Lichteinwirkung beginnt. Nach entsprechender Zeit (1 bis 2 Stunden) wird die Camera durch *Z* geschlossen, die Blende *E* eingeschoben und nach Anhalten des Uhrwerkes die Platte noch eine Zeit lang exponirt, um die tägliche Bewegung zur Darstellung zu bringen.

Dies ist der Vorgang bei Aufnahmen schwächerer Objecte. Wenn mehrere Aufnahmen desselben Objectes hintereinander gemacht werden sollen, setzt man eine Blende mit kleiner Oeffnung ein, verschiebt die ganze Camera und nachher die Kassette mit den Triebbewegungen entsprechend.

Die Camera kann noch zur Herstellung sehr feiner Photographien, z. B. von Skalen dienen, wenn man bei *A* ein verstellbares Rohr mit einem guten photographischen Objectiv anbringt und das Ganze in einem passenden Stativ festklemmt.

Ein neues Refractometer, besonders zum Gebrauch für Chemiker eingerichtet.

Von
Dr. C. **Pulfrich** in Bonn.

Im Princip gründet sich der Apparat auf die Anwendung der von Herrn F. Kohlrausch in Vorschlag gebrachten Methode des „streifenden Lichteintritts." [1]) Bis jetzt ist der Versuch, diese Methode auf Flüssigkeiten auszudehnen, an der Umständlichkeit der Ausführung gescheitert, und zwar besonders deshalb, weil man dem Prisma stets die beliebte Stellung mit senkrecht stehender brechenden Kante gab.

Bei dem gegenwärtigen Instrumente ist deshalb die Prismenfläche, welche mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht wird, horizontal gelegt; sie bildet den Boden des Flüssigkeitsgefässes, in welches von oben ein Thermometer hineintaucht. Der Aufbau des Instrumentes schliesst sich im Uebrigen dem früher beschriebenen Totalreflectometer [2]) mit drehbarem Glascylinder eng an; der Cylinder aber ist durch ein Prisma von 90° Brechungswinkel ersetzt, und die Construction in Folge dessen wesentlich vereinfacht.

Geringe Abweichungen bis zu 5″ im brechenden Winkel, der aus praktischen Gründen genau zu 90° gewählt wurde, spielen keine Rolle. Die Bestimmung der Brechungsindices (n) der Flüssigkeit erfolgt demnach nach der Formel:

$$n = \sqrt{N^2 - \sin^2 i}\,,$$

wo unter N der bekannte Index des Prismas und unter i der gemessene Austrittswinkel des Grenzstrahles verstanden ist.

Das im Folgenden ausführlich beschriebene Instrument besitzt den Genauigkeitsgrad der bekannten Ablenkungsmethode (Hohlprisma mit Thermometer) und eine Bequemlichkeit der Handhabung, wie sie dem eleganten Abbe'schen Refractometer eigen ist; durch die dem Apparate beigefügte Tabelle bleibt dem Beobachter auch die kleine numerische Rechnung erspart und ferner kann derselbe, vermöge der Construction des Prismenträgers, schnell von einer Flüssigkeit zur anderen übergehen, ohne dabei eine neue Orientirung vornehmen zu müssen. Es sind dies Gründe, welche wohl die Ueberschrift rechtfertigen dürften und welche weiter unten noch eingehender ausgeführt werden sollen.

I. Beschreibung und Justirung des Refractometers. — Der Prismenträger, das wesentlich Neue des Instruments, hat eine eigenthümliche, zweckentsprechende Construction erhalten. Auf der Fussplatte (Figur 1 a. f. S.) ist hinter dem Bock ein massives Dreikant mit drei Schrauben befestigt. Eine Kante ist dem Bock zugekehrt. Die gegenüberliegende hintere Fläche trägt in der Höhe der in der Figur zum Theil sichtbaren Schraube eine kleine eingelassene Stahlplatte. Die beiden vorderen Flächen des Dreikants sind in ihrer Mitte etwa zwei Centimeter breit ausgefeilt und haben oben und unten gute Führung mit den innern Flächen eines darüber gestülpten Hohldreikants. Letzteres trägt ausser der erwähnten Druckschraube noch eine Justirvorrichtung, bestehend aus Stahlkugel und drei Zugschrauben, und den eigentlichen Träger mit Prisma.

---

[1]) F. Kohlrausch, Wied. Ann. **16.** S. 605. Siehe auch dessen Leitfaden 1884. V. Aufl. S. 119.
[2]) Pulfrich, I., II. und III. Mittheilung. Diese Zeitschrift 1887. S. 16, 55 und 392. Wiedem. Ann. **30.** S. 193 und 487; **31.** S. 724.

Das Prisma ruht auf dem abgeschrägten Messingblock mit seiner mattgeschliffenen Hypotenusenfläche fest auf und ist seitwärts von zwei Schutzplatten eingeschlossen. Es sind deshalb nur die beiden polirten Flächen des Prismas sichtbar. Der schwarze Kitt macht jede falsche Reflexion unmöglich.



Fig. 1.

Die verticale Austrittsfläche des Prismas schliesst mit der brechenden Kante ab, während die obere einen kleinen Kreis von 10 bis 15 *mm* Durchmesser bildet, der ringsum von einer schwachgewölbten Kugelhaube umgeben ist. Auf letzterer ist der passend geschliffene Rand eines 20 bis 25 *mm* dicken und zur Aufnahme der Flüssigkeit bestimmten Glasrohres aufgekittet. Der Rand des Rohres liegt deshalb ringsum tiefer als die eingeschlossene Planfläche des Prismas; der streifende Eintritt des Lichtes erfolgt über die Kittstelle hinweg.

Der Theilkreis besitzt eine Theilung in $^1/_3{}^\circ$ und Ablesung mittels Nonius auf 1 Minute. Klemm- und Mikrometerschraube sind in der Figur gut sichtbar und befinden sich vorn unterhalb des Theilkreises.

Das Fernrohr ist auf Unendlich eingestellt. Im Gegensatz zu krystalloptischen Untersuchungen, bei denen man häufig, in Folge der Fehler im Schliff der Flächen, diese Stellung des Fernrohrs im Interesse der Schärfe der Grenzcurve mehr oder weniger preisgeben muss, bleibt dieselbe hier ungeändert, denn es legen sich die Flüssigkeiten immer derselben Planfläche an. Während also das Fernrohr in der ihm vom Mechaniker gegebenen und durch eine Marke gekennzeichneten Stellung zu belassen ist, hat sich die Anpassung desselben für jeden Beobachter auf eine Verschiebung des Oculars behufs deutlicher Einstellung des Fadenkreuzes zu beschränken. Es ist dabei eine Drehung des Fadenkreuzes möglichst zu vermeiden.

Die Justirung des Apparates ist erreicht, wenn die Normale zur oberen Prismenfläche parallel zur Drehungsebene des Theilkreises liegt. Für die zweite Prismenfläche braucht die für die obere nothwendige Bedingung nicht erfüllt zu sein. Es versteht sich die Orientirung bei angezogener Druckschraube des Dreikants. In wie weit die Abnahme und das Wiederaufsetzen des Hohldreikants auf die Stellung des Prismas von Einfluss sein können, wird weiter unten besprochen.

Im Grossen und Ganzen besitzt der Apparat in allen seinen Theilen eine Stabilität, die selbst durch eine etwas unsanfte Behandlung nicht leicht zu zerstören ist. Der Beobachter kann sich auf eine zeitweise Controle der Orientirung beschränken, welche sich mittels eines vor dem Oculare schräg aufgesetzten Glasplättchens (Gauss'sches Ocular) leicht bewerkstelligen lässt. Im Uebrigen soll der Apparat wesentlich Gebrauchszwecken dienen.

II. Gebrauchsanweisung. — Man fülle das Gefäss mit der zu untersuchenden Flüssigkeit und ziehe die Schraube des Dreikants einigermaassen fest an. Alsdann ist der Apparat zur Messung vorbereitet.

Zur Beleuchtung dient das homogene Licht der Natrium-Flamme. Den Bunsen'schen Brenner mit der Kochsalzperle stelle man etwa $^3/_4$ bis 1 *m* weit vom Apparat fort und vereinige die Lichtstrahlen auf dem unteren Rande der Glasröhre mittels einer Sammellinse von 4 bis 8 *cm* Durchmesser. Man überzeugt sich leicht von der richtigen Anordnung, indem man mit einem Stück weissen Papieres das Bild der Flamme auffängt. Bei der Aufstellung richte man es so ein, dass Flamme und Linse etwas über der Ebene der oberen Prismenfläche sich befinden. Es wird dadurch der streifende Eintritt der Lichtstrahlen besser erzielt, als wenn Alles in genau gleicher Höhe liegen würde. Ferner ist darauf zu achten, dass bei einer Neukittung des Glasrohres diejenige Stelle, an welcher das Licht eintritt, recht sauber bleibt; auch tupfe man, falls Flüssigkeit übergelaufen ist, dieselbe hier sorgsam fort.

Bringt man nun, wie es in der Figur angedeutet ist, das Fernrohr der Austrittsfläche gegenüber, so findet man leicht die Grenzcurve, welche das Gesichtsfeld in eine obere völlig dunkle und in eine untere hell erleuchtete Hälfte trennt. (Fig. 2). Es genügt, das Beobachtungszimmer nur mässig zu verdunkeln. Erscheint die Grenzcurve nicht von vornherein scharf, so lässt sich durch ein geringes Drehen und Schieben des Apparates demselben die für die Beleuchtung beste Lage abgewinnen, die dann ein für allemal beizubehalten ist. Auch wird ein unter den Dreifuss geschobener Keil von Nutzen sein.

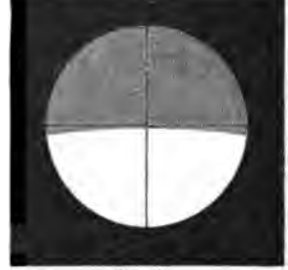


Fig. 2.

Zur genauen Einstellung des Fadenkreuzes auf die Grenzcurve bediene man sich der Mikrometerschraube. Am Theilkreis liest man den zum Grenzstrahl gehörigen Austrittswinkel (i) direct ab, und erhält nun aus der Tabelle (S. 50 und 51) den nach der obigen Formel berechneten Brechungsindex.

Der Gebrauch der Tabelle ergiebt sich von selbst. Die Indices sind von 10 zu 10′ angegeben. Die einzelnen Minuten sowie deren Bruchtheile lassen sich mittels der Columne d leicht in Rechnung ziehen; letztere enthält die Aenderungen der Indices in Einheiten der fünften Decimale für eine Aenderung des Winkels i um 1 Minute. Da die Ablesungsfehler $^1/_2$ bis 1′ nicht übersteigen, so ist der aus der Tabelle erhaltene Index im ungünstigsten Falle auf eine Einheit der vierten Decimale unsicher. Im Mittel betragen die Fehler 4 bis 5 Einheiten der fünften Decimale von n. Dies ist eine Genauigkeit, welche für die meisten Zwecke ausreicht.

Das Prisma ($N_D = 1{,}61511$) umfasst weitaus den grössten Theil der Flüssigkeiten. Für solche mit höherem Index als 1,6 reicht das jetzige Prisma natürlich nicht aus. Ein zweites mit dem Index 1,78 wird hier aushelfen, wobei $\sqrt{N^2-1}$ ungefähr die untere Grenze der Brauchbarkeit bezeichnet. Dasselbe wäre auf besonderem Dreikant zu befestigen und in derselben Weise zu orientiren wie das vorhandene, so dass sich das eine Prisma durch das andere bequem ersetzen lässt. Ein solches Prisma wird auf Wunsch von dem Verfertiger der Instrumente, dem Mechaniker Max Wolz zu Bonn, dem Apparate beigegeben.

Die Austrittswinkel (i) sind von der Normalstellung des Fernrohrs zur Verticalfläche als Nullstellung zu zählen; diese Stellung bleibt auch beim Abnehmen und Wiederaufsetzen des Prismas gewahrt. Dies findet seine Erklärung in der zweck-

Grad.	Min.	Brechungsindex.	d	Grad.	Min.	Brechungsindex.	d	Grad.	Min.	Brechungsindex.	d	Grad.	Min.	Brechungsindex.	d
0	0	1,61511	0.1	9	0	1,60752	2.8	18	0	1,58527	5.4	27	0	1,54999	7.6
	10	510	0.1		10	724	2.9		10	473	5.4		10	923	7.6
	20	509	0.1		20	695	2.9		20	419	5.5		20	847	7.7
	30	508	0.2		30	666	3.0		30	364	5.5		30	770	7.7
	40	506	0.2		40	636	3.0		40	309	5.6		40	693	7.8
	50	1,61504	0.3		50	606	3.1		50	253	5.7		50	615	7.8
1	0	1,61501	0.3	10	0	1,60575	3.2	19	0	1,58196	5.7	28	0	1,54537	7.8
	10	498	0.4		10	543	3.2		10	139	5.7		10	459	7.9
	20	494	0.5		20	511	3.2		20	082	5.8		20	380	7.9
	30	489	0.5		30	479	3.3		30	024	5.8		30	301	7.9
	40	484	0.5		40	446	3.3		40	1,57966	5.9		40	222	7.9
	50	479	0.6		50	413	3.4		50	907	5.9		50	143	8.0
2	0	1,61473	0.6	11	0	1,60379	3.4	20	0	1,57848	6.0	29	0	1,54063	8.0
	10	467	0.7		10	345	3.4		10	788	6.0		10	1,53983	8.1
	20	460	0.8		20	311	3.5		20	728	6.0		20	902	8.1
	30	452	0.8		30	276	3.6		30	668	6.1		30	821	8.1
	40	444	0.9		40	240	3.6		40	607	6.1		40	740	8.2
	50	435	0.9		50	204	3.7		50	546	6.1		50	658	8.2
3	0	1,61426	1.0	12	0	1,60167	3.7	21	0	1,57485	6.2	30	0	1,53576	8.2
	10	416	1.0		10	130	3.7		10	423	6.2		10	494	8.2
	20	406	1.1		20	093	3.8		20	361	6.3		20	412	8.3
	30	395	1.1		30	055	3.9		30	298	6.4		30	329	8.3
	40	384	1.2		40	016	3.9		40	234	6.4		40	246	8.3
	50	372	1.2		50	1,59977	4.0		50	170	6.4		50	163	8.4
4	0	1,61360	1.3	13	0	1,59937	4.0	22	0	1,57106	6.4	31	0	1,53079	8.4
	10	347	1.4		10	897	4.1		10	042	6.5		10	1.52995	8.4
	20	333	1.4		20	856	4.1		20	1,56977	6.5		20	911	8.5
	30	319	1.4		30	815	4.2		30	912	6.6		30	826	8.5
	40	305	1.5		40	773	4.2		40	846	6.6		40	741	8.5
	50	290	1.5		50	731	4.2		50	780	6.7		50	656	8.6
5	0	1,61275	1.5	14	0	1,59689	4.3	23	0	1,56713	6.7	32	0	1,52570	8.6
	10	260	1.6		10	646	4.3		10	646	6.7		10	484	8.6
	20	244	1.7		20	603	4.4		20	579	6.8		20	398	8.6
	30	227	1.8		30	559	4.5		30	511	6.8		30	312	8.7
	40	209	1.8		40	514	4.5		40	443	6.8		40	225	8.7
	50	191	1.9		50	469	4.6		50	375	6.9		50	138	8.7
6	0	1,61172	1.9	15	0	1,59423	4.6	24	0	1,56306	7.0	33	0	1,52051	8.8
	10	153	1.9		10	377	4.6		10	236	7.0		10	1,51963	8.8
	20	134	2.0		20	331	4.7		20	166	7.0		20	875	8.8
	30	114	2.1		30	284	4.7		30	096	7.1		30	787	8.8
	40	093	2.1		40	237	4.8		40	025	7.1		40	699	8.8
	50	072	2.2		50	189	4.8		50	1,55954	7.1		50	611	8.9
7	0	1,61050	2.2	16	0	1,59141	4.8	25	0	1,55883	7.1	34	0	1,51522	8.9
	10	028	2.3		10	093	4.9		10	812	7.2		10	433	9.0
	20	005	2.3		20	044	4.9		20	740	7.2		20	343	9.0
	30	1,60982	2.3		30	1,58995	5.0		30	668	7.3		30	253	9.0
	40	959	2.4		40	945	5.1		40	595	7.3		40	163	9.0
	50	935	2.5		50	894	5.1		50	522	7.4		50	073	9.0
8	0	1,60910	2.5	17	0	1,58843	5.2	26	0	1,55448	7.4	35	0	1,50983	9.1
	10	885	2.5		10	791	5.2		10	374	7.4		10	892	9.1
	20	860	2.6		20	739	5.2		20	300	7.5		20	801	9.1
	30	834	2.7		30	687	5.3		30	225	7.5		30	710	9.1
	40	807	2.7		40	634	5.3		40	150	7.5		40	619	9.2
	50	780	2.8		50	581	5.4		50	075	7.6		50	527	9.2
9	0	1,60752		18	0	1,58527		27	0	1,54999		36	0	1,50435	

Grad.	Min.	Brechungs-index.	d
36	0	1,50435	9.2
	10	343	9.2
	20	251	9.2
	30	159	9.3
	40	066	9.3
	50	1,49973	9.3
37	0	1,49880	9.3
	10	787	9.4
	20	693	9.4
	30	599	9.4
	40	505	9.4
	50	411	9.4
38	0	1,49317	9.5
	10	222	9.5
	20	127	9.5
	30	032	9.5
	40	1,48937	9.5
	50	842	9.6
39	0	1,48746	9.6
	10	650	9.6
	20	554	9.6
	30	458	9.6
	40	362	9.7
	50	265	9.7
40	0	1,48168	9.7
	10	071	9.7
	20	1,47974	9.7
	30	877	9.7
	40	780	9.7
	50	683	9.7
41	0	1,47586	9.8
	10	488	9.8
	20	390	9.8
	30	292	9.8
	40	194	9.8
	50	096	9.8
42	0	1,46998	9.8
	10	900	9.9
	20	801	9.9
	30	702	9.9
	40	603	9.9
	50	504	9.9
43	0	1,46405	9.9
	10	306	9.9
	20	207	9.9
	30	108	9.9
	40	009	10.0
	50	1,45909	10.0
44	0	1,45809	10.0
	10	709	10.0
	20	609	10.0
	30	509	10.0
	40	409	10.0
	50	309	10.0
45	0	1,45209	

Grad.	Min.	Brechungs-index.	d
45	0	1,45209	10.0
	10	109	10.0
	20	009	10.0
	30	1,44909	10.0
	40	809	10.1
	50	708	10.1
46	0	1,44607	10.1
	10	506	10.0
	20	406	10.1
	30	305	10.1
	40	204	10.0
	50	104	10.1
47	0	1,44003	10.0
	10	1,43903	10.1
	20	802	10.1
	30	701	10.1
	40	600	10.1
	50	499	10.1
48	0	1,43398	10.1
	10	297	10.1
	20	196	10.0
	30	096	10.1
	40	1,42995	10.1
	50	894	10.1
49	0	1,42793	10.0
	10	693	10.1
	20	592	10.1
	30	491	10.1
	40	390	10.1
	50	289	10.1
50	0	1,42188	10.1
	10	087	10.0
	20	1,41987	10.1
	30	886	10.0
	40	786	10.1
	50	685	10.1
51	0	1,41584	10.0
	10	484	10.1
	20	383	10.0
	30	283	10.0
	40	183	10.0
	50	083	10.0
52	0	1,40983	10.1
	10	882	10.0
	20	782	10.0
	30	682	10.0
	40	582	10.0
	50	482	9.9
53	0	1,40383	10.0
	10	283	10.0
	20	183	9.9
	30	084	9.9
	40	1,39985	9.9
	50	886	9.9
54	0	1,39787	

Grad.	Min.	Brechungs-index.	d
54	0	1,39787	9.8
	10	689	9.9
	20	590	9.9
	30	491	9.9
	40	392	9.8
	50	294	9.8
55	0	1,39196	9.8
	10	098	9.8
	20	000	9.8
	30	1,38902	9.8
	40	804	9.7
	50	707	9.7
56	0	1,38610	9.7
	10	513	9.7
	20	416	9.7
	30	319	9.7
	40	222	9.7
	50	125	9.6
57	0	1,38029	9.6
	10	1,37933	9.6
	20	837	9.6
	30	741	9.6
	40	645	9.5
	50	550	9.5
58	0	1,37455	9.5
	10	360	9.5
	20	265	9.5
	30	170	9.5
	40	075	9.4
	50	1,36981	9.4
59	0	1,36887	9.3
	10	794	9.3
	20	701	9.3
	30	608	9.3
	40	515	9.3
	50	422	9.3
60	0	1,36329	9.2
	10	237	9.2
	20	145	9.2
	30	053	9.2
	40	1,35961	9.1
	50	870	9.1
61	0	1,35779	9.1
	10	688	9.0
	20	598	9.0
	30	508	9.0
	40	418	8.9
	50	329	8.9
62	0	1,35240	8.9
	10	151	8.9
	20	062	8.8
	30	1,34974	8.8
	40	886	8.8
	50	798	8.8
63	0	1,34710	

Grad.	Min.	Brechungs-index.	d
63	0	1,34710	8.7
	10	623	8.7
	20	536	8.7
	30	449	8.6
	40	363	8.6
	50	277	8.6
64	0	1,34191	8.5
	10	106	8.5
	20	021	8.5
	30	1,33936	8.4
	40	852	8.4
	50	768	8.4
65	0	1,33684	8.3
	10	601	8.3
	20	518	8.2
	30	436	8.2
	40	354	8.2
	50	272	8.1
66	0	1,33191	8.1
	10	110	8.1
	20	029	8.0
	30	1,32949	8.0
	40	869	7.9
	50	790	7.9
67	0	1,32711	7.9
	10	632	7.8
	20	554	7.8
	30	476	7.7
	40	399	7.7
	50	322	7.7
68	0	1,32245	7.6
	10	169	7.6
	20	093	7.5
	30	018	7.5
	40	1,31943	7.4
	50	869	7.4
69	0	1,31795	7.4
	10	721	7.3
	20	648	7.3
	30	575	7.2
	40	503	7.2
	50	431	7.2
70	0	1,31359	7.1
	10	288	7.0
	20	218	7.0
	30	148	7.0
	40	078	6.9
	50	009	6.8
71	0	1,30941	6.8
	10	873	6.8
	20	805	6.7
	30	738	6.7
	40	671	6.6
	50	605	6.6
72	0	1,30539	

mässigen Führung des Dreikants, welche bewirkt, dass besonders die obere Fläche immer wieder in ihre frühere Lage zurückkehrt, während die Austrittsfläche dabei weniger gut fortkommt. Vergegenwärtigt man sich nämlich das Experiment mit dem drehbaren Prisma von 90° Brechungswinkel (III. Mitth. S. 393), so leuchtet ein, dass die Lage der Austrittsfläche auf die Messung ohne Einfluss ist. Denn es entspricht der geringe Spielraum, welchen die Construction des Trägers der Vorderfläche noch zukommen lässt, einer Bewegung derselben um die Normale zur oberen Fläche als Drehungsaxe. Die gewählte Construction des Prismenträgers darf also als die beste und einfachste für unseren Zweck bezeichnet werden. Dass sie wirklich Vorzügliches leistet, lässt sich leicht nachweisen, indem man das Fadenkreuz des Fernrohrs auf die Grenze einstellt, und nun mehrere Male das Prisma abhebt und wiederaufsetzt. Die Verschiebung der Grenze gegen die frühere Einstellung habe ich in seltenen Fällen zu $^1/_2$ bis 1 Minute gefunden, gewöhnlich und bei einiger Vorsicht war keine Verschiebung zu erkennen.

Will man zu einer neuen Flüssigkeit übergehen, so wird die Schraube des Hohldreikants wieder gelöst (falls man nicht vorziehen sollte, durch eine Pipette die Flüssigkeit aus dem Glasrohre heraus zu holen), sodann letzteres abgehoben und nun die nöthige Reinigung und Neufüllung des Gefässes vorgenommen. Dabei ist zu bemerken, dass die Flüssigkeit streng genommen nur den Boden des Gefässes zu bedecken braucht und dass deshalb die Prismenfläche sorgsam getrocknet werden muss. Selbstverständlich sind die Anlageflächen des Dreikants vor Staub und Verunreinigungen zu schützen, was hinreichend dadurch geschieht, dass man im Falle der Nichtbenutzung das Prisma stets auf dem Apparat stehen lässt.

Um die Abhängigkeit des Brechungsexponenten von der Temperatur zu verfolgen, erwärme man die Flüssigkeit vor dem Eingiessen in das Gefäss, und folge während der Abkühlung stetig den Angaben des Thermometers und der Grenzcurve. Da die Flüssigkeit keine Erschütterungen erleidet, so erscheint der Apparat zur Untersuchung unterkühlter Flüssigkeiten besonders verwendbar.

Es sei noch erwähnt, dass die homogene Flamme der Lithium- und Thallium-Salze in demselben Maasse zu verwenden ist wie die Natrium-Flamme. Die vollständige Berücksichtigung der Dispersion würde freilich erst durch ein Spectroskop (II. Mitth. S. 56) bewirkt. In der nachstehenden Tabelle sind die Indices des zur Verwendung gelangenden Glases für die drei Spectrallinien und einige Fraunhofer'sche Linien gegeben. Die Zahlen sind auf 1 bis 2 Einheiten der fünften Decimale genau.[1])

Linie	*N*
B	1,60854
Li	1,60949
C	1,61031
D (Na)	1,61511
Tl	1,62043
E	1,62141
F	1,62703

III. Schlussbemerkungen. Der Apparat soll vorzugsweise zur Untersuchung von Flüssigkeiten dienen. Seine Verwendung zu krystalloptischen Beobachtungen ist aber nicht ausgeschlossen; man hat zu dem Ende das Glasrohr zu entfernen und die auf das Prisma gelegte Krystallplatte mit der Hand zu drehen.

[1]) Vergl. Wiedem. Ann. 33. 201. 1888.

In dieser Hinsicht lässt sich die Construction des Instrumentes noch dahin ausdehnen, dass die Drehung, in Uebereinstimmung mit dem Fuess-Liebisch'schen Totalreflectometer, durch einen oberhalb befestigten Theilkreis mit verticaler Axe bewirkt wird. Ersetzt man ferner das Glasprisma durch ein Gefäss mit Flüssigkeit und planparalleler Glasplatte, und lässt den Krystall von oben in die Flüssigkeit eintauchen, so kann ein in dieser Weise ausgeführte Instrument eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Kohlrausch'schen Totalreflectometer beanspruchen.

Bei dem vorliegenden Refractometer für Flüssigkeiten wird für viele Aufgaben der Physik und Chemie die Kenntniss des Austrittswinkels *(i)* allein schon hinreichend sein, um daraus eine empirische Skale aufstellen zu können. Meist sind aber die diesbezüglichen refractometrischen Methoden noch entwickelungsbedürftig und die Sache ist auch nicht so ganz einfach, da man es bei der Untersuchung einer Flüssigkeit selten mit dem Resultate der Mischung von nur zwei optisch verschiedenen Substanzen zu thun hat. Die refractometrische Prüfung auf Reinheit ist eine viel einfachere Aufgabe.

Aber abgesehen von diesen Dingen wird der Apparat besonders für die Ansprüche der modernen physikalischen Chemie geeignet sein, sofern es sich um Bestimmung der Molecularrefraction chemischer Verbindungen und Feststellung der Constitution handelt.[1])

Nachträgliche Bemerkung. Aus chemischen Kreisen bin ich auf das Wünschenswerthe einer festen Verbindung der Beleuchtungslinse mit dem Apparate aufmerksam gemacht worden. Es kann das leicht bewerkstelligt werden. Auch die bei einer mangelhaften Kittung des Glasrohres hervortretenden Unzuträglichkeiten (Unsauberkeit der Eintrittsstelle, Durchdringen der Flüssigkeit durch die Kittmasse) haben mich bestimmt, für das Flüssigkeitsgefäss eine geeignete Form zu wählen. Zu dem Ende ist jetzt eine schmale Glasplatte an dem Träger des Prismas befestigt und mit dem in seiner Längsrichtung aufgeschlitzten und passend geschliffenen Glasrohr durch Kitt verbunden. Die Kittung kann jetzt ohne besondere Sorgfalt geschehen, da die Eintrittsstelle des Lichtes stets frei bleibt. Auch ein eventuelles Ausfliessen der Flüssigkeit hat dann keinen störenden Einfluss mehr auf die Schärfe der Grenzcurve.

Die Farben-Correction der Fernrohr-Objective von Gauss und von Fraunhofer.

Von Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

(Fortsetzung.)

II. Beschreibung einiger Gauss'scher Objective.

Gauss zeigte an einem Beispiel, wie es möglich sei, seine Bedingung zu erfüllen, also den Farbenfehler der in der Axe des Systems und der am Rande einfallenden Strahlen, sowie den Kugelgestaltfehler der Randstrahlen zu heben.

Die Dimensionen, welche Gauss mittheilt, sind

$$o = 2167{,}374$$

$$\text{Crown:}\ \begin{cases} r_1 = +\ 3415{,}287 \\ r_2 = +\ 10133{,}007 \end{cases} \quad d_1 = 200$$

$$\Delta = 50$$

$$\text{Flint:}\ \begin{cases} r_3 = +\ 4207{,}421 \\ r_4 = +\ 2807{,}320 \end{cases} \quad d_2 = 80.$$

---

[1]) Nach dieser Richtung hat der Apparat bereits *(Lieb. Ann.* **243.** *S. 222)* Verwend. gefunden.

Hier bedeuten r_1, r_2, r_3 und r_4 die Radien der Flächen der Linsen, wie sie von der Objectseite her auf einander folgen; sie sind positiv gerechnet, wenn die Flächen ihre convexe Seite dem auffallenden Lichte zuwenden. Ferner bezeichnen d_1 und d_2 die Dicken der Linsen, Δ den Abstand beider von einander und zwar, wie die Dicken, in der Axe gemessen; o ist der Durchmesser der wirksamen Oeffnung des Objectives.

In Bezug auf die Brechungsverhältnisse geht Gauss bei seinem Beispiele von denselben Daten aus, welche Bohnenberger früher bereits benutzt hatte[1]); diese sind

Crown: Brechungsexponent der rothen Strahlen $n_r = 1{,}50435$
„ „ violetten „ $n_v = 1{,}52598$
Flint: „ „ rothen „ $n'_r = 1{,}58181$
„ „ violetten „ $n'_v = 1{,}62173$

Also ist das Zerstreuungsverhältniss $\frac{dn'}{dn} = 1{,}85$.

Diejenigen Punkte, in denen in der Axe, in $^2/_3$ des Abstandes des Randes von der Axe, sowie am Rande des Objectives parallel der Axe auffallende rothe und violette Strahlen nach der Brechung durch das System die Axe schneiden, ergeben sich mittels trigonometrischer Durchrechnung in folgenden Entfernungen p (Vereinigungsweiten) von der letzten Fläche des Objectives:

rA	vA	$r^2/_3R$	$v^2/_3R$	rR	vR
28294,60	28294,42	28289,26	28290,91	28293,39	28293,18[2])

Hier ist der Farbenfehler $p_r - p_v$:

in der Axe: $rA - vA = +0{,}18$
in $^2/_3$ der Oeffnung: $r^2/_3R - v^2/_3R = -1{,}65$
am Rande: $rR - vR = +0{,}21$

Während dieser Fehler in der Axe und am Rande gehoben erscheint, tritt er dazwischen in $^2/_3$ der Oeffnung in beträchtlicher Grösse auf.

Der Kugelgestaltfehler findet sich:

Rothe Strahlen: $rA - r^2/_3R = +5{,}34$; $rA - rR = +1{,}21$
Violette Strahlen: $vA - v^2/_3R = +3{,}51$; $vA - vR = +1{,}24$.

In gleicher Weise wie bei dem Farbenfehler zeigt sich auch bei dem Kugelgestaltfehler, dass, wenn die Randstrahlen mit den Axenstrahlen vereinigt sind, zwischen beiden ein Maximum des Fehlers auftritt, eine Erscheinung, welche in Folge der sphärischen Krümmung der Oberflächen auch bei anderen Objectiv-Constructionen vorkommt.

Fällt man von den (virtuellen) Durchschnittspunkten der austretenden mit den zugehörigen einfallenden Strahlen Lothe auf die Axe, so ergiebt sich die Lage der Hauptpunkte und als deren Abstand von den Vereinigungspunkten die Brennweite P mit:

rA	vA	$r^2/_3R$	$v^2/_3R$	rR	vR
29362,49	29396,66	29362,55	29402,85	29374,32	29417,89

---

[1]) Zeitschrift für Astronomie von Lindenau u. Bohnenberger. 1. 277. — [2]) S. auch W. Schmidt: Die Brechung des Lichtes in Gläsern. Leipzig 1874. S. 115.

Die Abstände der (zweiten) Hauptpunkte von der letzten Fläche des Objectives sind also:

	rA	vA	$r^2/_3R$	$v^2/_3R$	rR	vR
$p-P=$	$-1067,89$	$-1102,24$	$-1073,29$	$-1111,94$	$-1080,93$	$-1124,71.$

Während die Summe der Dicken der Linsen, sowie des Abstandes beider von einander ($d_1+d_2+\Delta$) nur 330 beträgt, liegt der Hauptpunkt um etwa 1100 vor der letzten, also etwa 770 vor der ersten Fläche des Objectives. Bei der Gauss'schen Construction befindet sich also der Hauptpunkt nicht innerhalb des Objectives selbst, sondern beträchtlich weit davor (etwa $^1/_{40}$ der Brennweite), so dass Fernrohre mit Gauss'schem Objectiv etwas kürzer werden können, als solche mit Objectiven anderer Constructionen.

Es ergiebt sich nun als Anhalt für die Vergrösserung verschiedener Farben der Unterschied in der Lage der Hauptpunkte[1] $(p-P)_r-(p-P)_{v_1}$:

In der Axe: $rA-vA=+34,35$
in $^2/_3$ der Oeffnung: $r^2/_3R-v^2/_3R=+38,65$
am Rande: $rR-vR=+43,78.$

Die violetten Bilder werden demgemäss grösser sein als die rothen, d. h. die Bilder weisser Objecte werden farbige Säume haben, bei denen die stärkst brechbaren Strahlen aussen liegen.

In Bezug auf die Verzerrung bietet der Unterschied in der Lage der Hauptpunkte von Strahlen, welche in verschiedenen Entfernungen von der Axe auf das System treffen, einen Anhalt:

Rothe Strahlen: $rA-r^2/_3R=+5,40$, $rA-rR=+13,04.$
Violette Strahlen: $vA-v^2/_3R=+9,70$, $vA-vR=+22,47.$

Es zeigt sich hier, dass die Hauptpunkte für weiter am Rande einfallende Strahlen ihre Lage beträchtlich verändern.

Diese beiden Fehler in Bezug auf die Lage der Hauptpunkte werden durch vorstehende Zahlen allerdings nur angedeutet, aber sicher angedeutet; eine vollständigere Durchrechnung eines Gauss'schen Objectives, welche ich auch auf Strahlenbüschel ausdehnte[2]), die geneigt zur optischen Axe auf das System treffen, zeigte auf das Klarste den in dieser Beziehung vorhandenen Mangel der Gauss'schen Construction, welcher durch die Aufhebung der Farbenabweichung am Rande gewiss nicht ausgeglichen erscheinen kann.

Die erste Mittheilung über die Ausführung des von Gauss nur theoretisch entwickelten Gedankens findet sich in einem Berichte der Professoren Weber und Listing[3]) über ein von Steinheil in München ausgeführtes Fernrohr mit Gauss'schem Objective. Ueber die Maasse des Objectives ist weiter nichts berichtet, als dass es eine Oeffnung von 80 mm und eine Brennweite von 1200 mm besitze.

Steinheil fügt in einer der Münchener Akademie der Wissenschaften erstatteten Mittheilung, welche von Weber wiederholt wird, hinzu, dass das Gauss'sche Objectiv bisher nur einmal in England und zwar mit sehr schlechtem Erfolge ausgeführt worden sei. Dieser Misserfolg werde aber erklärt durch die schwierige Ausführung des Gauss'schen Objectives, bei welchem die Radien kleiner als $^1/_{10}$ der Brennweite werden, während bei dem Fraunhofer'schen Objective der kürzeste Halb-

---

[1]) Als Maass würde allerdings der Sinus der Neigungswinkel dienen, während die hier der Einfachheit wegen benutzten Differenzen von der Tangente dieser Winkel abhängen. — [2]) A. o. O. — [3]) Göttinger Nachr. 1861 S. 75, s. auch Astron. Nachr. No. 1268.

messer nahe 1/3 der Brennweite misst. Ausserdem wird der von Gauss hervorgehobene Fehler in der Vereinigung solcher Strahlen, welche zwischen Mitte und Rand das Objectiv treffen, als Mitursache des schlechten Erfolges angesehen.

Ein näheres Eingehen in die Sache zeigte Steinheil jedoch, dass die Gauss'sche Rechnung direct gar nicht ausführbar war, weil Gauss für die Grenzen des Spectrums gerechnet hatte, also gerade die Hauptmasse der Strahlen unberücksichtigt liess. Dies war durchaus kein Versehen von Gauss, im Gegentheil lag es nur in seiner Absicht, zu zeigen, dass sich Strahlen von zweierlei Brechbarkeit vereinigen lassen und er wählte die Grenzwerthe, weil er wusste, dass, wenn diese sich vereinigen lassen, dieses auch für Zwischenwerthe gilt.

In Bezug auf das in 2/3 der Oeffnung auftretende Maximum des Fehlers fand Steinheil, dass dieser Uebelstand sich durch die Dicken der Linsen und deren Abstand von einander heben liess. Auch die genaue Herstellung des Objectives machte ihm bei seinen vorzüglichen Hilfsmitteln zur Prüfung der Krümmungen keine Schwierigkeit. Jedoch gab er dem Objective eine neue Art der Fassung, welche gestattete, jede Linse oder beide zusammen gegen die optische Axe zu neigen, die Mittelpunkte der Linsen gegen einander zu verstellen und endlich den Abstand zwischen den Linsen zu verändern, so dass also die letzte Berichtigung des Objectives nach dem Durchsehen erfolgen kann, wodurch die Fehler des Oculars und sogar gewisse Gestaltfehler des Auges mitverbessert werden können.

Steinheil theilte zugleich mit, dass auch ein Objectiv von 54 Linien Durchmesser und 48 Zoll Brennweite fertig geworden sei, welches trotz der grossen Oeffnung keine Beeinträchtigung des Gesichtsfeldes oder der Schärfe des Bildes zeige. Auch sei es, wie das kleine Objectiv, vollständig frei von primären Farben, was bisher bei keiner andern Construction der Fall gewesen war, während die secundären Farben allerdings auch hier unvermeidbar seien.

Weber und Listing prüften das ihnen von Steinheil übergebene Objectiv und fanden durch abwechselnde Verdeckung der einzelnen Drittel der Objectivöffnung mittels concentrischer Ringe den Achromatismus über die ganze Oeffnung hergestellt. Bei einem Vergleich mit einem Merz'schen Fernrohre von 110 mm Oeffnung und 1920 mm Brennweite leistete das neue Fernrohr (von nur 80 mm Durchmesser) bei 40maliger Vergrösserung dasselbe wie das Merz'sche bei 80maliger.

Steinheil führte nun mehrere Objective nach der Gauss'schen Construction aus, über welche jedoch vor der Hand nichts in die Oeffentlichkeit gelangte. —

Die nächste Veröffentlichung über diesen Gegenstand ist, so viel mir bekannt, meine kleine Arbeit über das Gauss'sche Objectiv im Jahre 1873. Die Bedingungen, welche ich mir dabei stellte, waren folgende:

1. Das Objectiv soll aus den Glasarten des Fraunhofer'schen Heliometer-Objectives in Königsberg hergestellt werden und dieselbe Brennweite und Oeffnung, also dieselbe Helligkeit, erhalten wie jenes Objectiv, damit ein directer Vergleich zwischen beiden gezogen werden könne.
2. Für den Bildpunkt in der Mitte des Gesichtsfeldes soll der Kugelgestaltfehler der Randstrahlen gehoben werden.
3. Für die in der Mitte sowie für die am Rande des Objectives auffallenden Strahlen soll der Farbenfehler gehoben werden.

Durch Anschluss an ein früher von Steinheil aus anderen Glasarten berechnetes Objectiv gelangte ich zu folgenden Maassen desselben:

$$o = 70{,}''2$$

$$\text{Crown:}\ \begin{cases} r_1 = + 146{,}201 & d_1 = 7{,}56 \\ r_2 = + 428{,}501 & \Delta = 0{,}21 \end{cases}$$

$$\text{Flint:}\ \begin{cases} r_3 = + 169{,}860 & d_2 = 5{,}66 \\ r_4 = + 117{,}678 & \end{cases}$$

Die zur Rechnung benutzten Brechungsverhältnisse waren

$$\text{Crown:}\ \begin{cases} n_g = 1{,}529130 \\ n_v = 1{,}540952 \end{cases} \qquad \frac{dn'}{dn} = 2{,}025.$$

$$\text{Flint:}\ \begin{cases} n'_g = 1{,}639121 \\ n'_v = 1{,}663061 \end{cases}$$

Hier sollen n_g und n'_g einem Strahl mittlerer Brechbarkeit entsprechen (also etwa einem gelben), die Werthe n_v und n'_v dagegen einem stark brechbaren (also etwa violetten) Strahle.

Die Durchrechnung ergab als Vereinigungsweiten p:

gA	vA	$g\,^2/_3R$	$v\,^2/_3R$	gR	vR
1087,715	1087,678	1087,661	1087,649	1087,725	1087,724.

Also ist der Farbenfehler $p_g - p_v$:

In der Axe:	$gA - vA$	$= + 0{,}037$
in $^2/_3$ der Oeffnung:	$g\,^2/_3R - v\,^2/_3R$	$= + 0{,}012$
am Rande:	$gR - vR$	$= + 0{,}001$,

und der Kugelgestaltfehler für:

$$\text{gelbe Strahlen:}\ \begin{cases} gA - g\,^2/_3R = + 0{,}054 \\ gA - gR = - 0{,}010, \end{cases}$$

$$\text{violette Strahlen:}\ \begin{cases} vA - v\,^2/_3R = + 0{,}029 \\ vA - vR = - 0{,}046. \end{cases}$$

Hier ist die Vertheilung der Fehler etwas anders als bei dem Gauss'schen Original-Objectiv, aber es zeigt sich auch hier der Kugelgestaltfehler in $^2/_3$ der Oeffnung auftretend, wenn er für Randstrahlen gehoben ist.

Die Brennweiten und der Abstand der zweiten Hauptpunkte von der letzten Fläche sind bei diesem Objective:

	gA	vA	$g\,^2/_3R$	$v\,^2/_3R$	gR	vR
$P =$	1132,401	1133,093	1132,346	1133,114	1132,474	1133,321,
$p - P =$	— 44,686	— 45,415	— 44,685	— 45,465	— 44,749	— 45,597.

Der Unterschied der Hauptpunkte für verschiedene Farben, $(p - P)_g - (p - P)_v$, ist demgemäss:

In der Axe:	$gA - vA$	$= + 0{,}729$
in $^2/_3$ der Oeffnung:	$g\,^2/_3R - v\,^2/_3R$	$= + 0{,}780$
am Rande:	$gR - vR$	$= + 0{,}848$,

und als Maass der Verzerrung ergiebt sich für:

$$\text{gelbe Strahlen:}\ \begin{cases} gA - g\,^2/_3R = - 0{,}001 \\ gA - gR = + 0{,}063 \end{cases}$$

$$\text{violette Strahlen:}\ \begin{cases} vA - v\,^2/_3R = + 0{,}050 \\ vA - vR = + 0{,}182. \end{cases}$$

Der Fehler der verschiedenen Farbenvergrösserung und der Verzerrung ist also in ähnlicher Weise vorhanden wie bei dem Original-Gauss'schen Objective; in

Bezug auf die nähere Untersuchung der Eigenschaften des Bildes muss ich hier auf meine frühere Veröffentlichung verweisen.

In der achten Versammlung der Astronomischen Gesellschaft im Jahre 1879 in Berlin machten die Herren Prof. C. A. Oudemans und Prof. Winnecke Mittheilungen über von Steinheil hergestellte Objective Gauss'scher Construction, welche sich auf den Sternwarten in Utrecht bezw. Pulkowa befinden.

Das Objectiv des Herrn Oudemans hat einen Durchmesser von $9^1/_2$ *Zoll* und eine Brennweite von 10,5 *Fuss*; in der Versammlung äusserte sich Prof. Oudemans nicht sehr befriedigt über dasselbe. Ein Jahr später theilte er mir dagegen mit, dass er nun sehr zufrieden mit den Leistungen seines Objectives sei; er sah damit ε *Arietis* (1,"2) vollständig getrennt und konnte von in einer Entfernung von 800 Meter aufgestellten Schriften mit einer 280 maligen Vergrösserung dasselbe sehen wie mit blossem Auge auf 3 Meter Entfernung; nur das secundäre Spectrum war hinderlich. Vielleicht war inzwischen eine Verbesserung der Centrirung des Objectives mit Hilfe der verstellbaren Fassung desselben vorgenommen worden.

Oudemans theilte damals auch Zahlen über die Maasse des Objectives mit, die er von Steinheil erfahren hatte; allerdings stimmten die von ihm vorgenommenen Messungen hiermit nicht vollkommen. Die Steinheil'schen Zahlen sind folgende:

$$o = 9,''5$$

$$\text{Crown:} \begin{cases} r_1 = +\ 20{,}423 \\ r_2 = +\ 163{,}45 \end{cases} \quad d_1 = 1{,}10$$

$$\Delta = 0{,}08$$

$$\text{Flint:} \begin{cases} r_3 = +\ 24{,}253 \\ r_4 = +\ 15{,}349 \end{cases} \quad d_2 = 0{,}56$$

Die Brechungsverhältnisse für einen mittleren und einen blauen Strahl sind:

$$\text{Crown:} \begin{cases} n_m = 1{,}51484 \\ n_{bl} = 1{,}52484 \end{cases} \qquad \frac{d\,n'}{d\,n} = 2{,}020$$

$$\text{Flint:} \begin{cases} n'_m = 1{,}62248 \\ n'_{bl} = 1{,}64268 \end{cases}$$

Hieraus ergeben sich folgende Rechnungsresultate:

	m A	*bl A*	$m^2/_3R$	$bl^2/_3R$	*m R*	*bl R*
$p =$	117,68	117,74	117,70	117,73	117,69	117,69,
$P =$	122,13	122,25	122,27	122,39	122,44	122,53,
$p - P =$	—4,45	—4,51	—4,57	—4,66	—4,75	—4,84,

und der Farbenfehler $p_m - p_{bl}$ ist also:

in der Axe: $m\,A - bl\,A = -0{,}06$,
in $^2/_3$ der Oeffnung: $m\,^2/_3\,R - bl\,^2/_3\,R = -0{,}03$,
am Rande: $m\,R - bl\,R = \pm\,0{,}00$,

Die Gauss'sche Bedingung ist hier etwas übercorrigirt, was nach einer Mittheilung Steinheil's den Fehlern des Auges und der einfachen Ocularlinsen entgegen wirken soll.

Der Kugelgestaltfehler ist

$$\text{für mittlere Strahlen:} \begin{cases} m\,A - m\,^2/_3\,R = -\,0{,}02 \\ m\,A - m\,R = -\,0{,}01 \end{cases}$$

$$\text{für blaue Strahlen:} \begin{cases} bl\,A - bl\,^2/_3\,R = +\,0{,}01 \\ bl\,A - bl\,R = +\,0{,}05 \end{cases}$$

Als Anhalt für die Vergrösserung der Farben ergiebt sich $(p-P)_m - (p-P)_{bl}$:

In der Axe:	$m\,A - bl\,A$	$= +0{,}06$,
in $^2/_3$ der Oeffnung:	$m\,^2/_3\,R - bl\,^2/_3\,R$	$= +0{,}15$,
am Rande:	$m\,R - bl\,R$	$= +0{,}09$,

und für die Verzerrung:

$$\text{mittlere Strahlen: } \begin{cases} m\,A - m\,^2/_3\,R = +0{,}06 \\ m\,A - m\,R = +0{,}30 \end{cases}$$

$$\text{blaue Strahlen: } \begin{cases} bl\,A - bl\,^2/_3\,R = +0{,}15 \\ bl\,A - bl\,R = +0{,}33 \end{cases}$$

Winnecke äusserte sich bei gleicher Gelegenheit sehr günstig über das Gauss'sche Objectiv von $4^1/_2$ *Zoll* Oeffnung und 48 *Zoll* Brennweite in Pulkowa. Die Correction des Abstandes zwischen der Crown- und der Flintglaslinse sei sehr langwierig, aber nach Vornahme derselben habe das Instrument hochgespannten Erwartungen trotz seiner verhältnissmässig kurzen Brennweite entsprochen.

Herr Dr. A. Steinheil in München war so freundlich, mir die Maasse und Durchrechnungsresultate dieses Objectives mitzutheilen. Da die Dimensionen der Oeffnung und der Brennweite damit übereinstimmen, so vermuthe ich, dass es dasselbe Objectiv ist, welches in dem bereits angezogenen Berichte an die Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften erwähnt wurde. Die Construction des Objectives ist folgende:

$$o = 4''{,}5$$

$$\text{Crown: } \begin{cases} r_1 = +\ 6{,}1712 \\ r_2 = +17{,}806 \end{cases} \quad d_1 = 0{,}5$$

$$\Delta = 0{,}042$$

$$\text{Flint: } \begin{cases} r_3 = +\ 7{,}2628 \\ r_4 = +\ 4{,}9686 \end{cases} \quad d_2 = 0{,}185$$

$$\text{Crown: } \begin{cases} n_m = 1{,}52239 \\ n_{bl} = 1{,}52570 \end{cases}$$

$$\text{Flint: } \begin{cases} n'_m = 1{,}64194 \\ n'_{bl} = 1{,}62591 \end{cases} \quad \frac{dn'}{dn} = 1{,}86$$

Die Durchrechnung ergiebt:

	$m\,A$	$bl\,A$	$m\,^2/_3\,R$	$bl\,^2/_3\,R$	$m\,R$	$bl\,R$
$p =$	47,9133	47,9142	47,9019	47,9031	47,9128	47,9129,
$P =$	50,2247	50,2364	50,2253	50,2386	50,2677	50,2819,
$p - P =$	—2,3114	—2,3222	—2,3234	—2,3355	—2,3549	—2,3690.

Der Farbenfehler $p_m - p_{bl}$ ist:

In der Axe:	$m\,A - bl\,A$	$= -0{,}0009$
in $^2/_3$ der Oeffnung:	$m\,^2/_3\,R - bl\,^2/_3\,R$	$= -0{,}0012$
am Rande:	$m\,R - bl\,R$	$= -0{,}0001$,

und der Kugelgestaltfehler:

$$\text{mittlere Strahlen: } \begin{cases} m\,A - m\,^2/_3\,R = +0{,}0114 \\ m\,A - m\,R = +0{,}0005 \end{cases}$$

$$\text{blaue Strahlen: } \begin{cases} bl\,A - bl\,^2/_3\,R = +0{,}0111 \\ bl\,A - bl\,R = +0{,}0013. \end{cases}$$

Der Farbenfehler ist für Axe und Rand vorzüglich gehoben, desgleichen der Kugelgestaltfehler für die Randstrahlen, in $^2/_3$ der Oeffnung ist seine Grösse aber wieder beträchtlich.

Für die Farbenvergrösserung $(p - P)_m - (p - P)_{bl}$, ergiebt sich:

In der Axe: $mA - blA = +0{,}0108$,

in $^2/_3$ der Oeffnung: $m\,^2/_3 R - bl\,^2/_3 R = +0{,}0121$,

am Rande: $mR - blR = +0{,}0141$,

und für die Verzerrung:

mittlere Strahlen: $\begin{cases} mA - m\,^2/_3 R = +0{,}0120 \\ mA - mR = +0{,}0435 \end{cases}$

blaue Strahlen: $\begin{cases} blA - bl\,^2/_3 R = +0{,}0133 \\ blA - blR = +0{,}0468. \end{cases}$

Durch die angeführten Verhandlungen der Astronomischen Gesellschaft über das Gauss'sche Objectiv wurde auch Prof C. A. Young in Princeton (New Yersey) angeregt, das Objectiv Gauss'scher Construction, welches von Clark hergestellt ist und zu dem Aequatoreal der Sternwarte der *John C. Green School of Science in Princeton* gehört, näher zu untersuchen[1]). Young giebt die Maasse dieses Objectives wie folgt:

$$o = 9''{,}5$$

$$\text{Crown: } \begin{cases} r_1 = +16{,}572 \\ r_2 = +57{,}425 \end{cases} \quad d_1 = 0{,}620$$

$$\Delta = 0{,}312$$

$$\text{Flint: } \begin{cases} r_3 = +20{,}684 \\ r_4 = +13{,}871 \end{cases} \quad d_2 = 0{,}305$$

Die Brennweite dieses Objectives von $9^1/_2$ *Zoll* Oeffnung ist 138 *Zoll*. Die Radien wurden von Young mittels eines Sphärometers gemessen.

Um eine Durchrechnung dieses Objectives vornehmen zu können, ersuchte ich Herrn Prof. C. A. Young seiner Zeit um Mittheilung der Brechungsverhältnisse der Glasarten, aus welchen sein Objectiv besteht; leider konnte meinem Wunsche nicht entsprochen werden. Young fügte in seiner Antwort hinzu, dass selbst bei genauer Kenntniss dieser Brechungsverhältnisse eine Durchrechnung kein vollkommenes Bild der Leistung des Objectives geben werde, weil nämlich die Flächen desselben nicht sphärisch seien. Young schreibt über diesen Punkt: „Clark führt seine Objective nach solchen Radien aus, welche annähernd ein für Kugelgestalt- und Farbenfehler corrigirtes Bild geben. Hierauf schleift er zonenweise eine Oberfläche jeder Linse derart, dass beide Fehler möglichst gehoben werden. Im Verlaufe dieser Arbeit wird das Objectiv fortlaufend vor einem Planspiegel geprüft, bis Strahlen, welche von einer kleinen Oeffnung in der Brennebene auf das Objectiv fallen, ein möglichst gutes Bild nahe dieser Oeffnung geben." C. A. Young berichtet dann ferner, dass das Fernrohr in jeder Beziehung ausgezeichnet sei, besonders in Bezug auf Dunkelheit des Gesichtsfeldes und auf die Erkennung schwacher Objecte, wie Monde des Mars und Uranus.

Ausser diesem Objectiv hat Clark noch zwei Objective Gauss'scher Construction von 5 Zoll Oeffnung gemacht, über welche aber weiter nichts bekannt geworden ist. —

Ueber das neueste Gauss'sche Objectiv, dasjenige, welches zur Zeit der Naturforscher-Versammlung im September 1886 in Berlin ausgestellt war, verdanke ich der Güte des Herrn Dr. S. Czapski in Jena die nöthigen Mittheilungen, um dasselbe hier zum Vergleich mit den bisherigen benutzen zu können. Die Maasse desselben sind:

1) The Color Correction of certain Achromatic Object Glasses. — Sill. Journ. **19.** S. 454 (1880.)

$o = 134\ mm.$

$$\text{Flint:}\ \begin{cases} r_1 = -\ 226{,}0 \\ r_2 = -\ 400{,}0 \end{cases} \quad d_1 = 7{,}5$$
$$\Delta = 2{,}0$$
$$\text{Crown:}\ \begin{cases} r_3 = -\ 1256{,}0 \\ r_4 = -\ 278{,}7 \end{cases} \quad d_2 = 12{,}0$$

Die Brechungsverhältnisse der hierzu benutzten Jenaer Gläser sind:

		A	C	D	F	G
Flint:	$n' =$	1,60682	1,61153	1,61558	1,62540	1,63350
Crown:	$n =$	1,57036	1,57342	1,57605	1,58226	1,58725

Die Construction dieses Objectives unterscheidet sich wesentlich von den bisher angeführten dadurch, dass die Flintglaslinse dabei vorausgestellt wird[1]). Hierdurch wird der grosse Vortheil erlangt, dass die Krümmungen der Flächen viel schwächer werden, als wenn die Crownglaslinse vorangestellt worden wäre; im letzteren Falle hätten die Radien nämlich bei derselben Brennweite sein müssen:

$$\text{Crown:}\ r_1 = +\ 210,\ r_2 = +\ 576.$$
$$\text{Flint:}\ r_3 = +\ 280,\ r_4 = +\ 174.$$

Die Berechnung wurde nun von Czapski so ausgeführt, dass der Kugelgestaltfehler für den Strahl D gehoben und in Bezug auf den Farbenfehler die Strahlen C und F mit einander vereinigt wurden. Die Durchrechnung ergab nach den bisher benutzten Bezeichnungen:

	A_D	A_C	A_F	$^2/_3R_D$	$^2/_3R_C$	$^2/_3R_F$	R_D	R_C	R_F
$p =$	2085,51	2085,99	2085,94	2085,38	2085,96	2085,82	2085,46	2086,04	2085,72

Es ist demgemäss der Farbenfehler $p_C - p_F$:

In der Axe $A_C - A_F = +\ 0{,}05$,
In $^2/_3$ der Oeffnung: $^2/_3R_C - {}^2/_3R_F = +\ 0{,}14$,
am Rande: $R_C - R_F = +\ 0{,}32$,

und der Kugelgestaltfehler:

Für den Strahl D: $A_D - {}^2/_3 R_D = +\ 0{,}13$, $A_D - R_D = +\ 0{,}05$.

Die von Dr. Czapski mitgetheilten Brennweiten sind:

	A_D	A_C	A_F	$^2/_3R_D$	R_D
$P =$	2029,90	2030,61	2029,75	2028,70	2027,44,

also ergiebt sich die Lage der Hauptpunkte:

	A_D	A_C	A_F	$^2/_3R_D$	R_D
$p - P =$	+ 55,61	+ 55,38	+ 56,19	+ 56,68	+ 58,02

Hier liegt in Folge der Construction der Hauptpunkt nicht wie bei den bisherigen Formen vor, sondern beträchtlich hinter dem Objectiv.

Als Anhalt für die Farbenvergrösserung $(p - P)_C - (p - P)_F$, hat man hier:

In der Axe: $A_C - A_F = -\ 0{,}81$

und für die Verzerrung der Strahlen von der Brechbarkeit der Linie D:

$$A_D - {}^2/_3 R_D = -\ 1{,}07$$
$$A_D - R_D = -\ 2{,}41$$

---

[1]) Dasselbe versuchte Steinheil früher für das Fraunhofer'sche Objectiv. Götting. Nachr. 1865 S. 138.

Die verschiedene Vergrösserung der verschieden farbigen Strahlen, sowie die Verzerrung ist, wenn auch im entgegengesetzten Sinne, auch bei diesem Objective vorhanden, als eine Folge der Gauss'schen Construction, bei welcher an drei Flächen eine Brechung in einem Sinne, an der vierten im entgegengesetzten stattfindet.

Herr Dr. Czapski fügte seinen Mittheilungen noch hinzu, dass das Objectiv sehr schöne Bilder liefere und dass diese Construction deshalb mit noch gesteigertem Oeffnungserhältniss ($^1/_{13}$—$^1/_{10}$) nochmals ausgeführt werden solle. —

Als Vergleichsobjectiv soll nun das von Fraunhofer für das Königsberger Heliometer gelieferte Objectiv in seinen Maassen und Leistungen angeführt werden. Dieselben sind[1]):

$$o = 70,2$$

$$\text{Crown: } \begin{cases} r_1 = +\ 838,164 \\ r_2 = -\ 333,768 \end{cases} \quad d_1 = 6,0 \qquad \Delta = 0,0$$

$$\text{Flint: } \begin{cases} r_3 = -\ 340,536 \\ r_4 = -1172,508 \end{cases} \quad d_2 = 4,0$$

$$\text{Crown: } \begin{cases} n_g = 1,529130 \\ n_v = 1,540952 \end{cases} \qquad \frac{dn'}{dn} = 2,025$$

$$\text{Flint: } \begin{cases} n'_g = 1,639121 \\ n'_v = 1,663661 \end{cases}$$

	gA	vA	$g\,^2/_3R$	$v\,^2/_3R$	gR	vR
$p =$	1127,7116	1128,1401	1127,6915	1128,2428	1127,6587	1128,3665
$P =$	1131,4544	1131,8557	1131,3039	1131,8115	1131,1109	1131,7521
$p - P =$	—3,7428	—3,7156	—3,6124	—3,5687	—3,4522	— 3,3856

Farbenfehler $p_g - p_v$: In der Axe: $gA - vA = -0,4285$
in $^2/_3$ der Oeffnung: $g\,^2/_3R - v\,^2/_3R = -0,5513$
am Rande: $gR - vR = -0,7078$

Kugelgestaltfehler: Für gelbe Strahlen: $\begin{cases} gA - g\,^2/_3R = +0,0201 \\ gA - gR = +0,0529 \end{cases}$

für violette Strahlen: $\begin{cases} vA - v\,^2/_3R = -0,1027 \\ vA - vR = -0,2264 \end{cases}$

Farbenvergrösserung $(p-P)\,g - (p-P)\,v$:

In der Axe: $gA - vA = -0,0272$
in $^2/_3$ der Oeffnung: $g\,^2/_3R - v\,^2/_3R = -0,0437$
am Rande: $gR - vR = -0,0666$

Verzerrung für gelbe Strahlen: $\begin{cases} gA - g\,^2/_3R = -0,1304 \\ gA - gR = -0,2906 \end{cases}$

für violette Strahlen: $\begin{cases} vA - v\,^2/_3R = -0,1469 \\ vA - vR = -0,3300 \end{cases}$

Nachfolgend sind die bisher beschriebenen Objective übersichtlich zusammengestellt und auf eine Brennweite von $P = 1000$ reducirt worden.

---

1) Krüss, Vergleichung einiger Objectiv-Constructionen. München 1873. S. 14.

1) Maasse.	Krümmungsradien der Flächen. r_1	r_2	r_3	r_4	Dicken und Linsenabstand. d_1	Δ	d_2	Oeffnung o	Lage des Hauptpunktes. $p-P$
Gauss Original-Objectiv	+ 116,3	+ 345,1	+ 143,3	+ 96,6	6,8	1,7	2,7	73,8	— 36,4
Krüss Berechnetes Objectiv	+ 129,1	+ 378,4	+ 149,9	+ 103,9	6,7	0,2	5,0	62,0	— 39,5
Oudemans Objectiv in Utrecht	+ 167,3	+ 1338,2	+ 198,6	+ 125,6	9,0	0,6	4,6	77,8	— 36,4
Winnecke Objectiv in Pulkowa	+ 122,8	+ 354,5	+ 144,6	+ 99,0	10,0	0,8	3,7	89,6	— 46,0
C. A. Young Objectiv in Princeton	+ 120,4	+ 416,1	+ 149,8	+ 100,5	4,5	2,3	2,2	69,6	—
Czapski Berechnetes Objectiv	— 111,3	— 197,6	— 618,7	— 137,2	3,7	1,0	5,9	66,0	+ 27,9
Fraunhofer Heliometer-Objectiv	+ 440,8	— 294,9	— 300,9	— 1086,2	5,3	0,0	3,5	62,0	— 3,3

2) Fehler.	Fehler der Brennpunkte. Farbenfehler. Axe.	$^2/_3$ Rand.	Rand.	Kugelgestaltfehler der mittleren Strahlen. $^2/_3$ Rand.	Rand.	Fehler der Hauptpunkte. Farbenvergrösserung.	Verzerrung d. mittl. Strahl.
Gauss Original-Objectiv	+ 0,006	+ 0,176	+ 0,007	+ 0,182	+ 0,015	+ 1,170	+ 0,444
Krüss Berechnetes Objectiv	+ 0,033	+ 0,011	+ 0,001	+ 0,048	+ 0,010	+ 0,998	+ 0,055
Oudemans Objectiv in Utrecht	— 0,491	— 0,245	± 0,000	+ 0,164	+ 0,082	+ 0,491	+ 2,211
Winnecke Objectiv in Pulkowa	— 0,002	— 0,023	± 0.000	+ 0,219	+ 0,001	+ 0,207	+ 0,846
Czapski Berechnetes Objectiv	+ 0,025	+ 0,069	+ 0,158	+ 0,064	+ 0,025	— 0,419	— 1,187
Fraunhofer Heliometer-Objectiv	— 0,379	— 0,487	— 0,626	+ 0,018	+ 0,047	— 0,024	— 0,292

Die in vorstehender Zusammenstellung enthaltenen Objective sind allerdings nicht vollkommen direct mit einander vergleichbar, nämlich in Bezug auf den Kugelgestaltfehler nicht, weil sie verschieden grosse Oeffnungen besitzen, in Bezug auf den Farbenfehler deshalb nicht, weil nicht bei allen Objectiven die gleichen Abstände im Spectrum gewählt worden sind, jedoch treten bei allen Gauss'schen Objectiven die denselben eigenthümlichen im Vorstehenden bereits mehrfach besprochenen Fehler gegenüber dem Fraunhofer'schen Objective deutlich hervor. Der Farbenfehler des letzteren zeigt sich stark übercorrigirt; dass und wie solches mit der Art der Berechnung der Objective durch Fraunhofer wahrscheinlich zusammenhängt, soll im nächsten Abschnitte noch gezeigt werden. (Schluss folgt.)

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber das Vorkommen des Doppelspaths.

In einer Eingabe an die Reichsregierung hatte die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik im Anfang vorigen Jahres auf die grosse Gefahr hingewiesen, welche der Deutschen Wissenschaft und auch manchem Gewerbe, z. B. der Zuckerindustrie, durch den eingetretenen Mangel an Doppelspath drohe. Die Gesellschaft hatte gebeten, durch Verhandlungen mit der Dänischen Regierung über die in Island hervorgetretenen Schwierigkeiten bei der Spath-

förderung Klarheit zu schaffen, und wenn thunlich durch Vermittelung der Deutschen Vertretungen im Ausland neue Fundstellen für Doppelspath aufzuspüren. Die Reichsregierung hat die Vorstellungen zur Erledigung an das Königl. Preuss. Ministerium der öffentlichen Arbeiten gelangen lassen. Von dieser Behörde sind in gewohnter energischen Vertretung der Lebensinteressen der vaterländischen Industrie umfassende Erhebungen über den Betrieb und die Ertragsfähigkeit der Isländischen Gruben, sowie über das Vorkommen des Doppelspaths überhaupt angestellt worden. Die Ergebnisse der Ermittelungen, für welche dem genannten Ministerium der aufrichtigste Dank aller Gelehrten und Praktiker gebührt, sind der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik nunmehr zugegangen. Wir theilen dieselben unseren Lesern in Nachstehendem mit, in der Ueberzeugung, dass sie für die praktische Optik von grösstem Interesse sind.

„Wie die angestellten Ermittelungen ergeben haben, ist die an der Ostküste der Insel Island gelegene Grube *Helgustadafjall* am *Eskefjord*, welche seit 1879 Eigenthum der Landeskasse Island's ist und bisher die einzige Bezugsquelle von Isländischem Doppelspath bildete, zweimal auf öffentliche Kosten ausgebeutet worden, und zwar im Sommer der Jahre 1882 und 1885. Der bei Weitem grösste Theil dieses Ertrages der Ausbeutung ist verkauft worden; der Rest befindet sich in der Obhut des Vorstehers des Laboratoriums Struer in Kopenhagen (Skindergade 38), welcher den Doppelspath für Rechnung des Ministeriums für Island vertreibt. Bei dem letztmaligen Betrieb der Grube handelte es sich vornehmlich darum, spätere, umfangreichere Gewinnungsarbeiten vorzubereiten. Nach Ansicht des Königlich Dänischen Ministeriums kann die Grube keineswegs als erschöpft angesehen werden, doch ist von einer Ausbeutung in allernächster Zeit deswegen abgesehen, weil gegenwärtig die Einführung eines vortheilhafteren Betriebsverfahrens in Erwägung gezogen wird.

Nach einem von dem Geologen Helland im *Norwegischen Archiv für Mathematik und Naturwissenschaft* veröffentlichten Aufsatze kommt der Doppelspath bei *Helgustadir* in einem netzförmig verzweigtem Gange von gewöhnlichem Kalkspath eingesprengt in sehr unregelmässiger Vertheilung vor. In den letzten 200 Jahren (bis 1879) hat ein regelrechter Abbau überhaupt nicht stattgefunden; es wurde nur hin und wieder ohne bestimmten Plan auf's Gerathewohl nach Doppelspath geschürft. Nachdem aber die Grube in den Besitz der Dänischen Regierung übergegangen ist, dürfte für eine planmässige und wirthschaftliche Ausbeutung des noch vorhandenen Spathes gesorgt sein.

Nach *Petermann's Geographischen Mittheilungen 1886 S. 349* hat übrigens der Geologe Th. Thoroddsen auch im nordwestlichen Theil von Island bei *Djupidalr* am *Breitifjord* einen neuen Fundort von Doppelspath entdeckt, welcher ebenso beschaffen sein soll wie derjenige von *Helgustadir*. Ueber die Ergiebigkeit dieser Fundstätte ist indessen noch nichts bekannt geworden. Jedenfalls aber dürfte die von der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik ausgesprochene Befürchtung, dass das Isländische Vorkommen von Doppelspath binnen Kurzem seiner völligen Erschöpfung entgegengehe, in den vorstehenden Nachrichten keine Bestätigung finden.

Wie aus mineralogischen Werken und Sammlungen zu ersehen ist, hat sich Doppelspath an anderen Orten nur als Seltenheit und immer nur vereinzelt in klaren durchsichtigen Krystallen gefunden, so z. B. in Deutschland namentlich zu *Auerbach* an der Bergstrasse und zu *St. Andreasberg* im Harz, in England zu *Matlock (Derbyshire)*, in Norwegen zu *Kongsberg*, in Spanien zu *Cestona (Provinz Guipuscoa)*. Grössere, wenn auch nicht ganz farblose und nur theilweise durchsichtige Kalkspathbruchstücke sind aus Amerika bekannt geworden. Nach den durch Vermittelung des *Geological Survey* eingezogenen Erkundigungen findet sich dort das einzige überhaupt nennenswerthe Vorkommen von Doppelspath in *Rossie (New York)*. Auch hier tritt der Doppelspath zerstreut in dichtem Massenkalk auf. Durchsichtige Rhomboëder von geringem Umfang sind sehr häufig, aber selten gross genug, um für optische Zwecke verwendbar zu sein. Die Gewinnungskosten sind nicht zu decken, wenn nicht gerade ausnahmsweise ein reicheres Nest von klarem Spath

angetroffen wird. Die Ausbeutung der Lagerstätte ist schon seit Jahren eingestellt und die Grube nicht mehr zugänglich. Als mineralogische Seltenheiten sollen ferner Doppelspathkrystalle gefunden sein in *St. Lawrence County* (New York), *Darwin, Ingo County* und *Santa Clara County*. Auch aus *Lampasas County (Texas)* sind dem *Geological Survey* kürzlich einzelne Stücke zugegangen, weitere Nachforschungen in dieser Gegend werden für aussichtsvoll gehalten.

Die vorliegenden Nachrichten geben allerdings wenig Hoffnung, dass ausserhalb der Insel Island bedeutende Vorräthe von Doppelspath gefunden werden, doch ist anscheinend der vorliegenden Frage bisher noch keine besondere Aufmerksamkeit zugewendet worden. Erst in Folge der gegebenen Anregung dürften namentlich in Amerika von Seiten des *Geological Survey* darauf bezügliche Untersuchungen angestellt werden.

In Anbetracht der nicht gerade ungünstigen Mittheilungen über die Isländischen Lagerstätten von Doppelspath erscheint demnach eine weitere Mitwirkung der Konsular-Behörden zur Ermittelung neuer Fundstellen dieses Minerals, wie sie von der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik beantragt worden ist, im Interesse der Wissenschaft zur Zeit für nicht geboten und würde nach Lage der Verhältnisse gegenwärtig auch keinen Erfolg versprechen".

Referate.

Ueber den galvanischen Widerstand dünner Metallplatten.

Von Dr. R. Krüger. *Nachr. v. d. K. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. 1887. S. 301.*

(Vom Verfasser mitgetheilt.)

Die untersuchten Aluminium-, Silber- und Goldblättchen hatten eine quadratische bezw. rechteckige Form; der galvanische Strom wurde stets in zwei diagonal gegenüberliegenden Eckpunkten eingeleitet. Ist dann das Potential in irgend einem Punkte P_1 der Fläche gleich V_1 und an einem zweiten Punkte P_2 entsprechend gleich V_2, so ist der Widerstand, welchen die von den beiden durch P_1 und P_2 gehenden Niveaucurven und von der Begrenzung gebildete Fläche dem Strom darbietet, gegeben durch den Ausdruck:

$$w = \frac{V_1 - V_2}{i},$$

worin i die Intensität des Stromes bezeichnet, welcher durch die Elektrode in die Fläche eintritt. Weil in den Potentialausdrücken im Zähler die Grösse i als Factor auftritt, ist der Widerstand w in der That durch einen von i unabhängigen Ausdruck gegeben, welcher von den Dimensionen der Platte, der Lage der Punkte P_1 und P_2 und der Leitungsfähigkeit abhängt. Ist w durch Beobachtung bestimmt, so kann demnach die Leitungsfähigkeit berechnet werden.

Die Widerstandsmessungen wurden nach einer von Prof. Riecke angegebenen Modification der von Matthiessen und Hockin benutzten Brückenmethode ausgeführt; bei derselben wird die Einführung eines besonderen Vergleichswiderstandes dadurch umgangen, dass die Stromstärken in den beiden durch den Brückendraht verbundenen Zweigen der Wheatstone'schen Combination gleich gross gemacht werden; als Messdraht diente eine vertical ausgespannte Neusilbersaite. Um einen Maassstab für die Brauchbarkeit der zur Widerstandsmessung angewandten Methode zu erhalten, wurde der Widerstand dreier kreisförmiger Stanniolscheiben nach dieser und nach der von G. Kirchhoff in den *Berl. Ber. 1880, S. 601,* gegebenen Methode untersucht. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Scheibe.	Durchmesser in Millim.	Dicke in Millim.	Leitungsfähigkeit. Kirchhoff.		Neue Methode.		Mittl. Fehler in Proc. Kirchhoff.	Neue Meth.	Zahl d. Beobacht. Kirchhoff.	Neue Meth.
I	199,22	0,041	8,1466	15°,3	8,1304	15°,8	0,2	0,1	22	10
II	206,44	0,013	8,2826	14°,6	8,2660	15°,0	0,4	0,3	12	12
III	196,20	0,039	7,0808	14°,0	6,8388	13°,2	0,2	0,5	5	5

Die Dicken der untersuchten Metallblättchen wurden durch Wägung ermittelt und es ergaben sich folgende Werthe:

Aluminium $\delta = 0{,}47\ \mu$
Silber . . . $\delta = 0{,}18$ „
Gold . . . $\delta = 0{,}09$ „

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Beobachtungen für die Aluminiumblättchen, die Producte $\lambda\delta$, wo λ die Leitungsfähigkeit ist, zusammengestellt. Die mit Quadrat I bezeichnete Platte war als bestes Exemplar einem Buche entnommen, welches ausschliesslich Platten von der erforderlichen Grösse enthielt; die übrigen Quadrate II, IV und *A* wurden aus grösseren Flächen, die Rechtecke II, IV und *A* sind aus den gleichnamigen Quadraten herausgeschnitten. Durch Zusammenfassen je zweier der sechs Punkte des Quadrates und der vier Punkte des Rechteckes, an denen die Spannung beobachtet wurde, ergeben sich 15 bezw. 6 Combinationen für das Product $\lambda\delta$:

Combination.	Quadrate.				Rechtecke.					
	I	II	IV	*A*	II_a	II_b	IV_a	IV_b	A_a	A_b
1.2	10,83	7,53	8,82	7,93	9,33	11,29	7,90	7,58	5,73	8,05
1.3	11,02	8,13	9,01	7,95	9,64	10,83	8,34	7,66	6,16	8,68
1.4	11,12	8,25	8,90	7,92	9,58	10,47	8,64	7,94	6,12	8,92
1.5	11,16	8,26	8,84	7,66						
1.6	10,83	8,54	8,33	7,14						
2.3	11,26	9,01	9,26	7,97	9,99	10,39	8,84	7,74	6,70	9,44
2.4	11,31	8,79	8,95	7,91	9,72	10,10	8,87	8,14	6,35	9,43
2.5	11,30	8,61	8,85	7,56						
2.6	10,82	8,89	8,20	6,93						
3.4	11,38	8,57	8,64	7,85	9,47	9,83	9,32	8,56	6,04	9,42
3.5	11,32	8,42	8,65	7,36						
3.6	10,69	8,86	7,90	6,65						
4.5	11,27	8,29	8,65	6,95						
4.6	10,43	8,98	7,62	6,25						
5.6	9,83	9,66	6,92	5,78						
Mittel:	10,97	8,59	8,50	7,32	9,62	10,48	8,65	7,94	6,18	8,99

Im Mittel ergeben sich aus den verschiedenen Beobachtungen die folgenden Werthe für Aluminium:

Quadrat bezw. Rechteck.	Leitungsfähigkeit.	Dicke in Mikron.	Gewicht der Platte in Milligramm.	Wahrsch. Fehler des Resultats in Proc.	Temperatur. C.
I	23,07	0,48	8,970	0,7	+17°,0
II	17,62	0,49	9,109	1,0	19,2
IV	17,89	0,48	9,038	1,3	21,4
A	16,02	0,46	8,863	1,6	20,1
II_a	19,75	0,49		0,7	18,9
II_b	21,51			1,4	19,7
IV_a	18,20	0,48		1.6	21,7
IV_b	16,70			1,2	22,1
A_a	13,53	0,46		1,4	20,9
A_b	19,68			1,7	20,4

Die Leitungsfähigkeit des Metalls in compacter Form berechnet sich für die Temperatur 20°,0:

$$\lambda = 28{,}628.$$

Dagegen giebt die obige Zusammenstellung im Mittel eine Leitungsfähigkeit von 18.[1]) Gegen eine Erwärmung der dünnen Metallplatte durch den hindurchgehenden Strom und eine damit verbundene Verminderung der Leitungsfähigkeit sprechen verschiedene Gründe; einerseits wurde der Strom stets nur momentan geschlossen und andrerseits würde sich eine solche Erwärmung durch Verschiebung der Punkte auf dem Messdrahte bemerkbar machen, was aber durchaus nicht der Fall war.

Die entsprechenden Resultate für die Silberblättchen finden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Combination.	Quadrate.			Rechtecke.					
	II	III	IV	II_a	II_b	III_a	III_b	IV_a	IV_b
1.2	8,14	8,52	7,85	9,31	8,27	8,87	9,04	8,31	9,48
1.3	8,45	8,77	7,86	9,60	8,93	8,95	9,17	8,11	9,23
1.4	8,54	8,86	7,98	9,72	8,31	8,91	9,08	7,87	8,96
1.5	8,36	8,97	8,09						
1.6	8,16	9,01	8,06						
2.3	8,86	9,07	7,88	9,93	8,11	9,04	9,30	7,91	8,98
2.4	8,81	9,08	8,07	9,94	8,33	8,92	9,10	7,66	8,72
2.5	8,46	9,16	8,19						
2.6	8,17	9,16	8,12						
3.4	8,76	9,08	8,29	9,96	8,57	8,82	8,91	7,44	8,47
3.5	8,26	9,21	8,37						
3.6	7,97	9,18	8,20						
4.5	7,85	9,33	8,44						
4.6	7,68	9,23	8,16						
5.6	7,55	9,15	7,95						
Mittel:	8,27	9,05	8,10	9,74	8,42	8,92	9,10	7,88	8,97

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Mittelwerthe für die Leitungsfähigkeit der Silberblättchen.

Quadrat bezw. Rechteck.	Leitungsfähigkeit.	Dicke in Mikron.	Gewicht der Platte in Milligramm.	Wahrsch. Fehler des Resultats in Proc.	Temperatur. C.
II	43,84	0,19	14,538	0,8	+ 23°,3
III	47,90	0,19	14,636	0,6	23,2
IV	45,00	0,18	13,543	0,4	21,8
II_a	51,66	0,19		0,8	21,9
II_b	44,65			1,0	20,5
III_a	47,22	0,19		0,2	23,3
III_b	48,18			0,4	21,4
IV_a	43,79	0,18		1,1	20,9
IV_b	49,85			1,1	20,7

Die Leitungsfähigkeit des Silbers stellt sich hier etwa auf $\lambda = 45$, während sonst für die Temperatur 23°0 $\lambda = 55{,}4$ gefunden wird.

Die folgende Tabelle enthält schliesslich die Resultate, welche sich bei den Untersuchungen der Goldblättchen ergaben.

[1]) Vielleicht ist eine geringe Leitungsfähigkeit der Unterlage, bezw. der darauf und auf den Blättchen condensirten Feuchtigkeit Ursache der Differenz. Anm. d. Red.

Combination.	Quadrate.			
	I	II	III	IV
1 . 2	1,02	0,98	1,05	1,05
1 . 3	1,05	1,07	1,13	1,05
1 . 4	1,12	1,14	1,18	1,12
1 . 5	1,13	1,16	1,16	1,16
1 . 6	1,08	1,13	1,12	1,13
2 . 3	1,08	1,20	1,24	1,06
2 . 4	1,18	1,28	1,27	1,18
2 . 5	1,18	1,26	1,21	1,22
2 . 6	1,10	1,18	1,14	1,15
3 . 4	1,32	1,38	1,30	1,34
3 . 5	1,24	1,29	1,19	1,32
3 . 6	1,11	1,17	1,11	1,18
4 . 5	1,17	1,22	1,10	1,30
4 . 6	1,04	1,10	1,04	1,13
5 . 6	0,95	1,02	1,00	1,02
Mittel:	1,12	1,17	1,15	1,16

Die Zusammenstellung der Mittelwerthe der Leitungsfähigkeit liefert die folgende Tabelle.

Quadrat.	Leitungsfähigkeit.	Dicke in Mikron.	Gewicht der Platte in Milligramm.	Wahrsch. Fehler des Resultats in Proc.	Temperatur. C.
I	13,01	0,09	11,998	1,4	+ 16°,0
II	12,30	0,10	13,235	1,6	15,7
III	12,46	0,09	12,757	1,3	14,7
IV	13,37	0,09	12,094	1,5	16,9

Für reines hartes Gold ist die Leitungsfähigkeit $\lambda = 44,4044$ bei einer Temperatur von 16°,0.

Die beobachtete mittlere Leitungsfähigkeit bleibt also etwa 3,2 mal hinter der berechneten zurück. Diese Abweichung ist so gross, dass der Versuch, die Differenz durch ein grösseres specifisches Gewicht und eine bedeutendere Härte des Metalles zu erklären, absurd erscheint. Es bleibt hier nur die Annahme von Discontinuitäten in den leitenden Metallschichten übrig; dasselbe dürfte, wenn auch in geringerem Grade beim Aluminium und Silber der Fall sein. Wenn man die Leitungsfähigkeit der Platten als eine constante Grösse betrachtet, so können aus den verschiedenen Beobachtungen der $\lambda\delta$ die Dicken der Platten an den verschiedenen Stellen berechnet werden. Mit der einzigen Ausnahme des Aluminiumquadrates II haben alle Curven die Eigenschaft gemein, dass sie von der Mitte nach beiden Seiten hin abfallen; die ausgehämmerten dünnen Metallblätter werden also nach dem Rande zu stets dünner.

Hydrostatische Waage.

Von J. Joly. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* *1.* *S. 31* aus: *Proceed. Dubl. Soc.* *5.* *S. 5.*

Das Princip dieser Waage ist das des Nicholson'schen Aräometers. In einem kugelförmigen Metallgefässe, das nur an der unteren Seite eine enge Oeffnung mit kurzem Ansatzröhrchen hat, befindet sich ein gleichfalls kugelförmiger Schwimmer, von dessen unterstem Punkte ein dünner Draht durch die genannte Oeffnung abwärts nach aussen führt. Die Oeffnung ist so eng, dass bei völliger Füllung des Innenraumes mit Wasser kein Abfluss

stattfindet. Die Wägung geschieht nach der Substitutionsmethode, indem an den Draht eine Waageschale gehängt und durch zugelegte Gewichte ins Gleichgewicht gebracht wird. Bei einer Waage, deren Schwimmer von einer Glaskugel von 6,3 *cm* Durchmesser und 12 *g* Gewicht gebildet wurde, hatte die Oeffnung 3 *mm* Durchmesser, der Draht 0,09 *mm*, die nöthige Belastung war (bei 6° C.) 104,660 *g*, die Empfindlichkeit ging bis zu 1 *mg*, also $^1/_{100000}$ der Belastung. — Die Reibung des Drahtes im Röhrchen an der Oeffnung wird dadurch auf ein Minimum reducirt, dass das Röhrchen an einer Stelle mit einer ringförmigen Führung versehen ist, deren Innenrand eine messerscharfe Schneide darstellt. Um zu starke Schwankungen zu vermeiden, sind ausserhalb des Gefässes Hemmungen angebracht, welche nur zwischen engen Grenzen eine Bewegung des Drahtes gestatten. Der Vorzug des Apparates vor dem Nicholson'schen Aräometer gründet sich vornehmlich darauf, dass wegen der Anordnung der Belastung unterhalb des Angriffspunktes des Auftriebes der Tragstab des Nicholson'schen Aräometers hier durch einen sehr feinen Draht ersetzt werden kann, und dass hierdurch der Einfluss der Capillarität vermindert wird.

Aus unserer Quelle ist nicht ersichtlich, wie die Einstellung erfolgt, d. h. wie der Eintritt des Gleichgewichts sich bemerkbar macht, ferner wie der Eintritt von Luft in den Metallkörper verhindert oder wenigstens controlirt wird. Die Reibung des Drahtes in dem Röhrchen würde wohl noch geringer sein, wenn an Stelle der messerscharfen Schneide in der ringförmigen Führung rundliche Wülste verwendet würden. Gegenüber dem grossen Einflusse der Temperaturschwankungen endlich, welche bald ein Austreten von Wasser aus dem Gefässe, bald ein Eintreten von Luft in dasselbe bewirken, erscheint die angegebene Empfindlichkeit einigermaassen illusorisch. *P.*

Vollständiger Titrirapparat für Säurebestimmungen von Branntweinmaischen und anderen Flüssigkeiten.

Von Fr. Larssen. *Zeitschrift für analytische Chemie.* **26.** *S. 333.*

Auf den Behälter für die Normalflüssigkeit (eine Flasche von etwa 2 *l* Inhalt, die in einem Holzfuss steht) ist mittels eines doppelt durchbohrten Stopfens ein Rohr aufgesetzt, welches eine mit Aetzkalistücken gefüllte Eprouvette enthällt. Die Luft kann nur durch ein bis an den Boden der Eprouvette reichendes Rohr mit Hahn eintreten. Eine an der Flasche befestigte Metallfassung trägt einen Behälter für Reagenspapiere und eine Flasche mit Lackmustinctur; an dem Kalirohr sind Halter für Glasstäbe und Pipetten angebracht. Durch die zweite Bohrung des die Flasche schliessenden Stopfens geht ein fast bis an den Boden reichendes, langes, mehrfach gebogenes Rohr, dessen oberes Ende in die obere Oeffnung einer Mohr'schen Quetschhahnbürette eingesetzt ist. Daneben hat die Bürette noch ein seitliches Ansatzrohr, mit welchem ein mit Kalistücken gefülltes Röhrchen sammt Mundstück und Hahn verbunden ist; durch dieses kann Luft in die Bürette eintreten oder herausgesaugt werden (letzteres, um die Normalflüssigkeit einzufüllen). Die Bürette ist in einen an der Flasche befestigten Halter eingespannt; unter ihrer Ausflussspitze befindet sich in einem zweiten Halter eine Porcellanschale, in der die Titrirungen vorgenommen werden. *Wgsch.*

Apparat zur volumetrischen Bestimmung der Kohlensäure in den Carbonaten (Calcimeter).

Von D. Sidersky. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* **26.** *S. 336.*

Eine gewöhnliche Zersetzungsflasche mit einem Röhrchen als Säurebehälter ist mit einer zweiten leeren mit Thermometer versehenen kleinen Flasche und diese durch Kautschukschläuche mit dem Messapparat verbunden. Letzterer besteht aus einem oben und unten offenen graduirten Rohr, welches in den Deckel eines mit Wasser gefüllten Cylinders eingesetzt ist; ein Röhrchen, welches durch eine zweite Bohrung des Deckels geht, verbindet das Innere des Cylinders mit der äusseren Luft. In der oberen Oeffnung des graduirten Rohrs steckt ein doppelt durchbohrter Stopfen; die eine Bohrung ist mit der erwähnten leeren Flasche

verbunden, durch die andere geht ein Röhrchen mit kurzem Kautschukschlauch und Quetschhahn. Der Glascylinder hat in der Nähe des Bodens eine Oeffnung, in welche mittels Kautschukstopfens ein Glasrohr eingesetzt ist. Dieses ist durch einen Schlauch mit Quetschhahn mit einem Rohr verbunden, das bis an den Boden einer halb mit Wasser gefüllten Flasche reicht; durch die zweite Bohrung des die Flasche verschliessenden Stöpsels geht ein kurzes Rohr, an welches ein Gummiballon angesetzt ist. Ehe man die Säure zum Carbonat treten lässt, öffnet man beide Quetschhähne und presst mit Hilfe des Ballons Wasser in den Cylinder, bis es den Nullpunkt der Theilung erreicht. Nach beendeter Zersetzung lässt man Wasser abfliessen, bis es innen und aussen gleich hoch steht. Die Theilung des Messrohrs ist dieselbe wie am Scheibler'schen Calcimeter; es kann daher die Scheibler'sche Tabelle auch für das *„Calcimètre Sidersky“* benutzt werden. *Wgsch.*

Apparate zur Photometrirung von Bogen- und Glühlampen unter verschiedenen Ausstrahlungswinkeln.

Von Dr. H. Krüss. *Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 356.*

Zur Photometrirung von Bogen- und Glühlampen unter verschiedenen Ausstrahlungswinkeln werden eine Reihe von Vorrichtungen gebraucht, die sämmtlich absolute Messungen, d. h. die Vergleichung der Helligkeit der verschiedenen Ausstrahlungsrichtungen mit einer anderen Lichtquelle erstreben, so dass jedesmal die aus der verschiedenen Färbung der miteinander zu vergleichenden Lichtquellen herrührenden Störungen auftreten. Einen Fortschritt auf diesem Gebiete bietet der von Prof. E. Rousseau in Brüssel construirte und von Dr. Fr. Vogel *(Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 31, Centralblatt für Elektrotechnik 9. S. 189)* beschriebene Apparat, bei welchem die Helligkeitsausstrahlungen einer Lichtquelle in verschiedenen Richtungen direct mit einander verglichen werden, so dass nur Strahlen derselben Farbe zur Vergleichung kommen. Verf. theilt nun zunächst eine verbesserte Modification des Rousseau'schen Apparates mit.

Zwei Maassstäbe sind um den Mittelpunkt einer mit Theilkreis versehenen Scheibe drehbar und können in beliebiger Stellung jeder für sich an die Scheibe festgeklemmt werden; zur Ermittelung des Winkels, den die Stäbe mit einander bilden, ist jeder mit einem Index versehen. Auf den Stäben ist je ein Spiegel verschiebbar, welcher das Licht von der hinter der Mitte der Scheibe befindlichen Bogenlampe auf den Photometerschirm nach vorn reflectirt. Durch Veränderung der Entfernung der Spiegel vom Mittelpunkt der Scheibe kann die Beleuchtung auf beiden Seiten des Photometerschirmes gleich gemacht werden; das Verhältniss der Quadrate dieser Entfernungen ergiebt dann direct das Helligkeitsverhältniss der Bogenlampe in den beiden in Betracht kommenden Richtungen. Prof. Rousseau benutzt ein Schattenphotometer; jeder der beiden Maassstäbe trägt in seinem Apparate einen schattenwerfenden Stab und im Mittelpunkt der Scheibe ist senkrecht zu derselben ein weisser Schirm angebracht. Verf. verwendet dagegen den Bunsen'schen Photometerschirm, den er in der üblichen Weise in einem centrisch zur Mitte der Scheibe befestigten, oben und unten offenen Gehäuse anbringt; in der Mitte des letzteren steckt ein Beobachtungsrohr, so dass das Auge des Beobachters stets dieselbe Stellung einnimmt, in welcher Lage sich auch der Photometerschirm befindet. Damit die von den beiden Spiegeln auf den Photometerschirm fallenden Strahlen denselben stets unter dem gleichen Auffalllswinkel treffen, bringt eine einfache Einrichtung den Photometerschirm in die Halbirungslinie des Winkels, welchen die beiden Maassstäbe miteinander bilden. Ferner ist noch eine Vorrichtung getroffen, um die centrische Aufhängung der Bogenlampe hinter der Scheibe zu controliren. Will man absolute Messungen vornehmen, so können anstatt der Spiegel Kerzen oder andere Lichtquellen an den Maassstäben befestigt werden. Der ganze Apparat wird entweder mittels eines Zapfens auf ein Stativ aufgesteckt oder er kann auch aufgehängt werden.

In zweiter Reihe beschreibt Verf. ein Photometrirstativ für Glühlampen, das im Princip dem von C. Heim beschriebenen *(Elektrotechn. Zeitschr. 7. S. 384, diese Zeitschr.*

7. S. 35) sehr ähnlich ist, jedoch ist bei demselben vermieden, dass bei Drehung der Lampe um die verticale Axe das Stativ selbst in einem Theile der Drehung zwischen Glühlampe und Photometerschirm tritt und so eine photometrische Messung in diesem Theile unmöglich macht. — Das ganze Stativ ist in einem auf der Photometerbank longitudinal verschiebbaren Klotze in der Höhe verstellbar und kann in beliebiger Höhe mittels einer Schraube festgeklemmt werden; mittels eines Index wird die Stellung der Mitte des Klotzes und der vertical darüber angebrachten Lampe an der Theilung des Photometermaassstabes abgelesen. Auf der Oberfläche des Klotzes ist ein nach oben gehender gebogener Arm fest (nicht wie beim Heim'schen Stativ um eine verticale Axe drehbar) angebracht. Derselbe trägt an seinem oberen Ende das Lager für die horizontale Axe. An dieser befindet sich einerseits ein Verticalkreis mit Index, andererseits ein Bügel, welcher zur Aufnahme der die Lampe tragenden und in der Höhe verstellbaren verticalen Axe und des Horizontalkreises dient; zur Befestigung der Lampe kann am oberen Ende des Bügels eine Feder angebracht werden. Beim Gebrauch wird die Glühlampe durch Verschieben der Verticalaxe so gestellt, dass die Verlängerung der letzteren durch den Mittelpunkt der Lampe geht und sodann der Apparat in solche Höhe gebracht, dass die Photometeraxe in dem Mittelpunkt der Lampe senkrecht auf der durch die horizontale und verticale Axe des Stativs gelegten Ebene steht; bei allen Drehungen der Lampe bleibt dann ihr Mittelpunkt stets in der Photometeraxe. Es ist demnach, gegenüber dem Heim'schen Stativ, vermieden, dass bei gewissen Stellungen der Lampe ein Theil der Haltevorrichtung zwischen Photometerschirm und Lampe tritt.

In einer in derselben Zeitschrift *(Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 414)* veröffentlichten Entgegnung auf obige Mittheilung erkennt Dr. C. Heim zwar an, dass, wenn bei seinem Stative die Lampe um 360° um ihre verticale Axe gedreht werde, ein Winkelraum von etwa 60° von der Messung ausgeschlossen bleibe, da innerhalb desselben die Lampe durch den Halter und den verticalen Theilkreis verdeckt werde, glaubt aber diesen Umstand nicht als einen Mangel des Apparates ansehen zu können. Er begründet dies in folgender Weise: „Hat man die Lichtvertheilung in einer senkrecht zur Längsaxe der „Glühlampe gelegten Ebene zu messen, so genügt es, in einer Anzahl von Stellungen „der Lampe zu photometriren, die zusammen in einem Winkelraume von 180° liegen, „da die Lichtvertheilung zu beiden Seiten jeder durch die Axe der Lampe gelegten Ebene „eine symmetrische sein muss ... Folglich reicht ein Messungsgebiet von 180° in gleicher „Weise auch für die Bestimmung der Lichtvertheilung in jeder anderen durch den Faden „gelegten Ebene aus. Es bleibt aber bei dem von mir beschriebenen Stativ ein Winkel„raum von etwa 300° zur Verfügung, so dass also zur Ermittelung der gesammten räum„lichen Lichtvertheilung erforderliche Messungen bequem vorgenommen werden können." — Wenn man Heim hierin auch Recht geben will, so muss nichts destoweniger die Krüss'sche Modification eine Verbesserung des Heim'schen Stativs genannt werden.

W.

Doppelaspirator.

Von H. Schiff und C. Marangoni. *Zeitschrift für analytische Chemie. 26. S. 331.*

Wie bei anderen Doppelaspiratoren sind auch bei dem hier beschriebenen zwei geschlossene Gefässe um eine horizontale Axe symmetrisch angeordnet. Das in dem oberen Gefäss enthaltene Wasser fliesst in das untere ab und saugt dadurch Luft ein. Wenn fast alles Wasser abgelaufen ist, dreht man den Apparat um seine Axe, so dass die beiden Gefässe ihren Platz tauschen und das Spiel von neuem beginnt. Der Doppelaspirator von Schiff und Marangoni unterscheidet sich von anderen dadurch, dass besondere Hähne und Ventile vermieden sind und die Verbindungen durch drei schräge Bohrungen in der Axe hergestellt werden, welche letztere feststeht und selbst als Hahnküken fungirt. Jedes Gefäss hat nach der Axe zwei Oeffnungen; an zwei einander gegenüberliegende sind bis nahezu an die gegenüberliegenden Gefässwände reichende Röhren angesetzt.

Von den Bohrungen der Axe verbindet die erste den anzusaugenden Raum mit dem Rohre im oberen Gefäss, die zweite die andere Oeffnung desselben mit dem Rohre des unteren Gefässes, während die dritte das Entweichen der Luft aus dem unteren Gefäss gestattet.

Wgsch.

Neu erschienene Bücher.

Anleitung zum Glasblasen für Physiker und Chemiker. Nach dem Englischen von W. A. Shenstone bearbeitet von Dr. H. Ebert. 86 S. m. 44 Fig. Leipzig 1887. J. A. Barth. M. 2,00.

Die Herausgabe des vorliegenden durch theilweise Neubearbeitung Deutschen Verhältnissen angepassten Werkchens ist sicherlich ein sehr nützliches Unternehmen. Die von Deutschland ausgeübte Beherrschung des Weltmarktes mit gewöhnlichen Gebrauchsthermometern und anderen kleinen geblasenen Glasartikeln bringt es mit sich, dass kaum in irgend einem Lande die Glasbläserei vor der Lampe in solchem Umfange betrieben wird wie bei uns.

Bislang fehlte es vollständig an einer Unterweisung für Glasbläser und es ist kaum fraglich, dass sich das Werkchen viele Freunde erwerben wird, zumal es nicht allein zweckmässig angeordnet und fasslich geschrieben, sondern auch wohl im Stande ist, als gute Grundlage zum Selbsterlernen zu dienen. Nebenbei enthält es eine Menge von kleinen praktischen Kunstgriffen, ohne welche man bei einem fast allein auf Uebung und Handfertigkeit beruhenden Verfahren nicht auskommen kann.

Für eine spätere Herausgabe wäre dem Verfasser zu empfehlen, eingehender die hochentwickelte Lampenbläserei im Thüringer Walde zu studiren und als Beispiel zum Anfertigen von Instrumenten auch das Aufblasen von Thermometern zu berücksichtigen.

Gewiss würde auch manchem Lernenden, der Leuchtgas nicht zur Verfügung hat, damit gedient sein, die Talg- und Paraffinlampen genauer beschrieben zu haben.

O. Sch.

Elektrische Apparate, Maschinen und Einrichtungen. Von W. E. Fein. 392 S. mit 297 in den Text gedruckten Holzschnitten. Stuttgart, J. Hoffmann. M. 8,00.

Das vorliegende Werk giebt eine übersichtlich zusammengestellte Beschreibung der in der Werkstatt des Verfassers, seit Begründung derselben im Jahre 1867, hergestellten elektrischen Maschinen und Apparate, in chronologischer Reihenfolge des Entstehens derselben. Die meisten dieser Apparate sind zwar bereits in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht worden, doch enthält die Sammlung manche bisher noch weniger bekannte Einzelheiten. Ein nach Materien geordnetes Verzeichniss giebt eine Uebersicht über den reichen Inhalt. Die Ausstattung des Werkes ist eine vorzügliche.

Diese Art, die Erzeugnisse einer mechanischen Werkstatt dem Fachpublikum vorzuführen, dürfte erheblich wirksamer sein als die übliche Verwendung reiner Preiskataloge, in denen der Leser zahlreiche Instrumente angezeigt findet, ohne eine rechte Vorstellung von denselben bezw. ihren Einzelheiten zu gewinnen. Wir haben dies bereits bei einer ähnlichen Veranlassung (diese Zeitschr. 1885 S. 252) ausgesprochen und möchten den Gedanken den Deutschen Mechanikern nochmals zur Erwägung anheimgeben.

Auf die unsere Leser interessirenden Neuheiten der vorliegenden Sammlung werden wir an anderer Stelle dieser Zeitschrift ausführlicher zurückkommen. *W.*

Anweisung für den elektrischen Lichtbetrieb. Von Dr. O. May. Leipzig. Biedermann. M. 1,00.

Das vorliegende Schriftchen ist für Besitzer und das Betriebspersonal elektricher Beleuchtungsanlagen geschrieben und kann wegen seiner kurzen, gemeinfasslichen Sprache bestens empfohlen werden. *W.*

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 3. Januar 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Jahresbericht über das Geschäftsjahr 1887. Mit Rücksicht auf den im November-Hefte des vorigen Jahrganges veröffentlichten Bericht über die ersten zehn Geschäftsjahre der Gesellschaft, welcher die Thätigkeit derselben im Jahre 1887 eingehend schildert, können wir uns an dieser Stelle auf die hauptsächlichsten Daten beschränken. Im vergangenen Geschäftsjahre fanden 16 Sitzungen statt, in welchen zehn grössere Vorträge gehalten und eine grosse Anzahl technischer Mittheilungen gemacht wurden; über dieselben ist in dieser Zeitschrift berichtet worden. — Die Mitgliederzahl ist auf 141 Berliner und 64 auswärtige Mitglieder gestiegen. — Auf Antrag der Kassenrevisoren Herren Seidel und Naake wird dem Schatzmeister Entlastung ertheilt.

Nach Verlesung des Jahresberichtes findet unter Vorsitz der Wahlvorbereitungs-Kommission die Neuwahl des Vorstandes statt, welche folgende Zusammensetzung desselben ergab:

1. Vorsitzender:	Herr	P. Stückrath, (Friedenau bei Berlin.)
2. „	„	H. Haensch,
3. „	„	R. Fuess,
1. Schriftführer:	„	L. Blankenburg,
2. „	„	A. Baumann,
Schatzmeister:	„	G. Polack, (Berlin W. Steglitzerstr. 49.)
Archivar:	„	G. Goette, (Berlin W. Markgrafenstr. 34.)
Beisitzer:	„	C. Bamberg,
	„	J. Färber,
	„	W. Handke,
	„	Dr. Rohrbeck.

Nach Uebernahme des Vorsitzes durch den neugewählten Vorstand berichtet Herr Haensch über die von dem Kgl. Ministerium der öffentlichen Arbeiten mitgetheilten Ergebnisse einer das Vorkommen des Kalkspaths betreffenden Untersuchung (vgl. S. 63 dieses Heftes) und spricht seinen wärmsten Dank über die gründlichen und erschöpfenden Darlegungen der genannten Behörde aus.

Betreffs der im nächsten Frühjahre stattfindenden Ausstellung von Lehrlingsarbeiten macht der Vorsitzende darauf aufmerksam, dass die städtische Gewerbe-Deputation bis zum 15. Januar Aufschluss über die Beschickung derselben giebt.

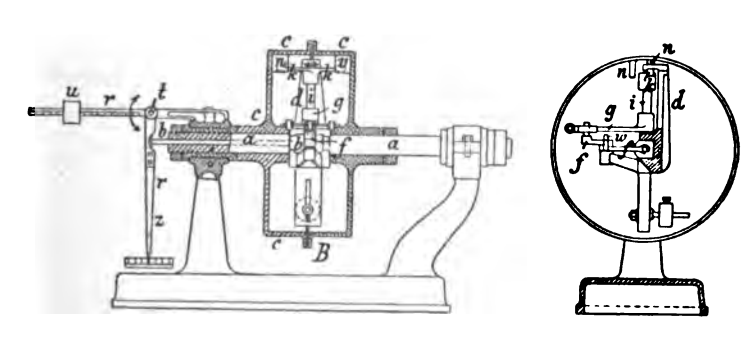
Im Interesse der Erleichterung des Geschäftsganges machen wir wiederholt darauf aufmerksam, dass Mittheilungen allgemeinen Inhalts an den ersten Vorsitzenden, über Kassensachen an den Schatzmeister, und über die Bibliothek an den Archivar zu richten sind.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

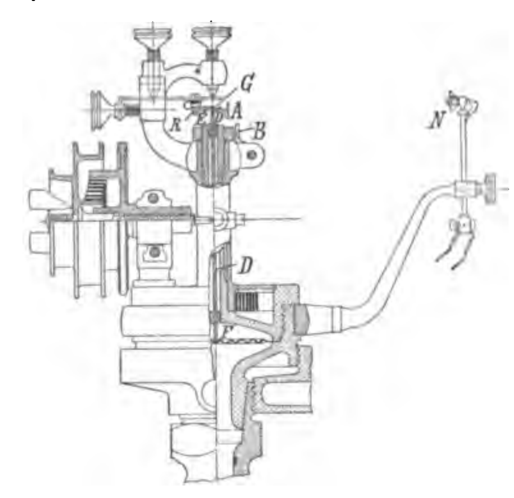
Dynamometer. Von E. Fischinger in Chemnitz, No. 40511 vom 20. Februar 1887.



An dem Arm *d* der Welle *a* ist die Axe *i* gelagert, welche den Doppelhebel *k* und den Arm *g* trägt. Letzterer ist mit dem um *w* drehbaren Doppelhebel *f* und dieser mit dem in der Welle *a* verschiebbaren Stifte *b* verbunden. Durch die beiden Riemscheiben *c*, welche mit den an dem Doppelhebel *k*

angreifenden Knaggen *e* und *n* versehen sind, wird die zu messende Kraft übertragen, die den Stift *b* zu verschieben sucht. Der Verschiebung wirkt das an dem Winkelheber *r* befindliche Laufgewicht *u* entgegen, welches so einzustellen ist, dass der Zeiger *z* auf den Nullpunkt der Scale einspielt. Hierauf kann an der Laufgewichtsscale die Grösse der übertragenen Kraft abgelesen werden.

Optischer Indicator. Von C. Bernhardt in Lübeck. No. 39921 vom 15. December 1886.

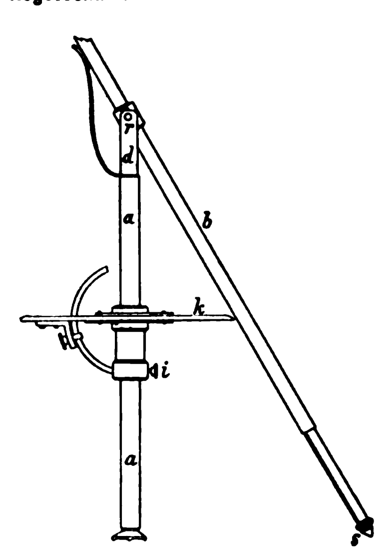


Die Manometerplattenfeder *F* überträgt den zu messenden Druck vermittels eines dünnen Stiftes *D* auf den um den Punkt *R* schwingenden und durch eine Feder *G* leicht gegen den Stift gedrückten Hebel *E*. Am Ende des Hebels ist ein schwach concaves Spiegelchen *A* befestigt, welches die von der Lampe *N* ausgehenden Lichtstrahlen auffängt und als schwach convergenten Strahl auf die hinter der Lampe aufgestellte Fläche wirft, dort einen kleinen hellen Punkt erzeugend.

Biegt sich nun die Platte durch, so macht der Hebel einen entsprechenden Ausschlag, der Einfallwinkel ändert sich und der helle Punkt beschreibt auf der Fläche einen dem Abstand derselben vom Indicator, sowie dem doppelten Ausschlag des Hebels entsprechenden Weg.

Durch die seitliche Schwingung des Spiegels *B* wird die atmosphärische Linie erzeugt.

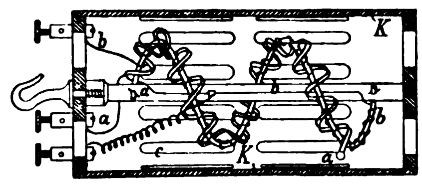
Kegelschnittzirkel. Von A. Dronke in Trier. No. 40355 vom 11. Februar 1887.



Bei der Construction der Kegelschnitte ist der Fusspunkt der Axe von *a* in den Brennpunkt der Curve zu setzen, während die Ziehfeder *s* durch die Endpunkte der grossen Axe geht, wenn der Schenkel *b* an dem höchsten bezw. niedrigsten Punkt der Kreisperipherie anliegt. Wird nun der Kopf *d* und damit auch der Schenkel *b* gedreht, beschreibt letzterer einen Kegel (schiefen oder geraden Kreiskegel) und die Ziehfeder *s* einen Kegelschnitt. Stellt man den Kreis *k* parallel der Projectionsfläche, so wird ein Kreis beschrieben; wird *k* schief gestellt, und zwar so, dass ein Punkt mit den Schrauben *r*, d. h. der Drehungsaxe von *b*, in einer zur Ebene des Papiers parallelen Ebene liegt, so entsteht eine Parabel; liegen aber zwei Punkte des Kreises mit *r* in einer zur Projection parallelen Ebene, so wird eine Hyperbel beschrieben; endlich entsteht eine Ellipse, wenn kein Punkt des Kreises *k* ebenso weit von dem Papier entfernt ist wie *r*. (Vgl. auch die auf ganz gleichem Principe beruhenden Instrumente im 1. Jahrg. dieser Zeitschr., 1881, S. 238 und 374.)

Elektrisches Thermometer. Von W. A. Nippoldt in Frankfurt a. M. No. 40789 vom 23. Novem. 1886.

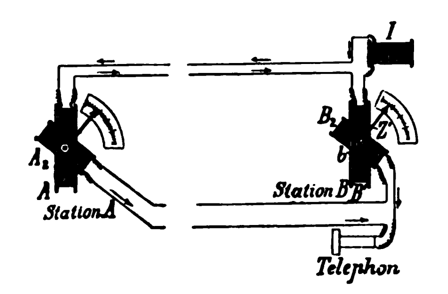
Der Apparat besteht im Wesentlichen aus einem Behälter *KK*, welcher den leichten Ausgleich der Temperatur seines Inneren mit derjenigen der Umgebung gestattet. Im Innern dieses Behälters sind die beiden Elektricitätsleiter *a* und *b* in Bezug auf die Stromrichtung parallel neben einander geschaltet und räumlich ebenfalls neben einandergelegt. Die Temperatur-Coefficienten des elektrischen Widerstandes haben für jeden der beiden Leiter verschiedene Grössen, und die jeweilige Temperatur wird aus dem Verhältniss, in welchem die Widerstände in den Leitern zu einander stehen, bestimmt. Der eine der beiden Leiter besteht seiner ganzen Länge nach aus dem nämlichen, der andere dagegen aus heterogenen Leitungsmaterialien. In dem letzteren wird hierbei durch Hinter- oder Nebeneinanderschalten der heterogenen



Materialien oder durch beides gemeinsam eine Combination geschaffen, deren Temperatur-Coefficient für Widerstand zu dem des ersteren Leiters in einem bestimmten Verhältnisse steht.

Vorrichtung zur elektrischen Uebertragung der Angaben von Messinstrumenten. Von P. Moennich in Rostock. No. 40295 vom 27. Juli 1886.

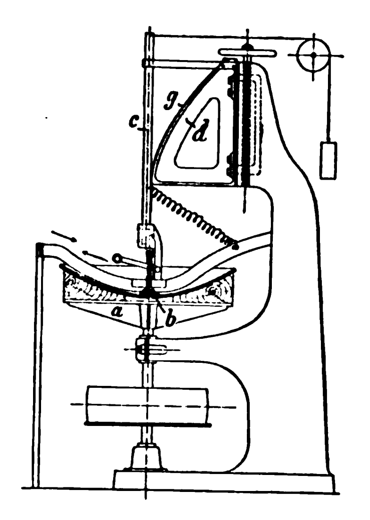
Schickt man durch den Inductionsapparat J durch die beiden primären Rollen A und B' von Station B aus in schnellem Tempo auf einander folgende Ströme, so werden in den beiden secundären Spulen A_2, B_2 fortdauernd Inductionsströme erzeugt. In allen Fällen, wo die beiden secundären Spulen gleiche relative Lagen zu den primären einnehmen, werden die beiden Inductionsströme dieselbe Stärke besitzen. Man bestimmt nun am Orte B die gegenseitige Stellung der beiden Drahtrollen auf Station A dadurch, dass man die Rolle B_2 so lange um die Axe b dreht, bis Gleichheit der Inductionsströme eingetreten ist. Der Zeiger Z' weist dann auf den betreffenden Scalentheil, welcher dem Stande des Messinstrumentes in A entspricht.



Zur Controle der Stromgleichheit dient ein Telephon, welches bei dem geringsten Unterschied in der Stärke der eingeleiteten Ströme hörbar wird.

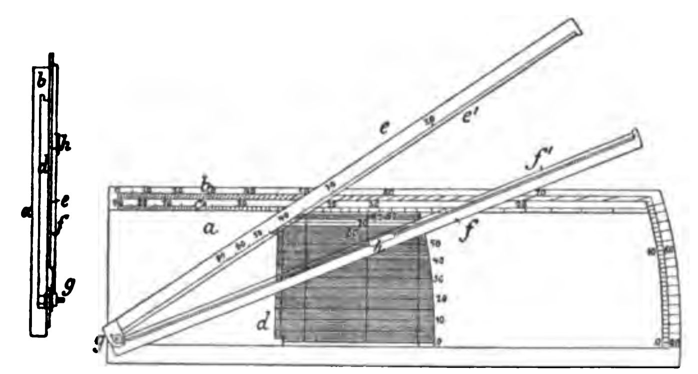
Schleifmaschine zur Herstellung parabolischer Flächen. Von S. Schuckert in Nürnberg. No. 40167 vom 23. December 1886.

Die Maschine besteht aus einem rotirenden Träger a für das Arbeitsstück, während das Schleifwerkzeug b an einer Stange c befestigt ist, welche, durch die Feder g gezwungen, sich auf der Evolute d derart auf- und abwickeln lässt, dass das Schleifzeug dabei die gewünschte Parabel beschreibt.



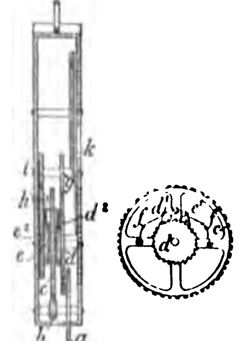
Instrument für sphärisch-trigonometrische Bestimmungen. Von C. Perks in Manchester. No. 40716 vom 11. Juni 1886.

Mittels dieses den Zwecken der Schifffahrt dienenden Instrumentes soll die Entfernung zweier durch ihre bekannten Längen- und Breitengrade bestimmten Orte der Erdkugel, wie auch der von Tag zu Tag einzuhaltende Kurs eines nach einem gegebenen Punkte und auf einem Scheitelverticalkreise fahrenden Schiffes bestimmt und ähnliche Aufgaben gelöst werden. Auf der etwas erhöhten Kante b der Grundplatte a sind von einem Punkte g ausgehende, den Strahlen der Winkel von 1 bis 90° entsprechende Theilstriche angebracht. Unter diesen Strahlen befindet sich bei c eine Scale, deren Theilstriche die Tangenten der Winkel von 1 bis 90° angeben. In der Grundplatte a ist eine Tafel d verschiebbar eingelegt, auf welcher Horizontallinien aufgetragen sind; der Abstand einer jeden solchen Linie, von der untersten Nulllinie an gerechnet, giebt den Sinus jedes Winkels zwischen 1 bis 90° an. e und f sind zwei bei g drehbar befestigte Lineale, deren Theilstriche die nach demselben Maassstabe wie die Tangenten und Sinus bestimmten Secanten und Cosecanten der Winkel von 1 bis 90° angeben. An diesen Linealen können behufs genauen Ablesens zwei



Drähte e' f' befestigt sein; h ist ein verschiebbarer Index. — In Bezug auf die Art und Weise des Gebrauchs ist auf die Patentschrift zu verweisen.

Instrument zum Messen der Weglängen auf Karten und Zeichnungen. Von E. Krauss in Mailand. No. 40837 vom 22. März 1887.



Die Zifferblätter drehen sich stets nach einer Richtung, gleichviel ob das Laufrad des Instrumentes vorwärts oder rückwärts bewegt wird. An dem von *b* angetriebenen Rade *c* sind zwei Sperrkegel e^1 und d^1 angebracht, die in zwei mit entgegengesetzten Verzahnungen versehene Schalträder *c* und *d* eingreifen. Läuft das Rad *a* vorwärts, so bewirkt der linksseitige Sperrkegel e^1 die Umdrehung des Zahnrades c^2, welches diese Bewegung durch die Zahnrädchen *h* und *i* auf die Axe des ersten Zifferblattes *k* überträgt. Läuft *a* rückwärts, so greift der rechtsseitige Sperrkegel d^1 in das Schaltrad *d* ein und bewirkt hierdurch die Umdrehung des Zahnrades d^2, welches diese Bewegung durch das Zahnrädchen *g* ebenfalls auf die Axe von *k* überträgt und letzteres in derselben Richtung wie bei der Vorwärtsbewegung des Laufrades *a* rotiren lässt.

Militär- und Marine-Doppelfernrohr. Von C. E. O. Neumann in Dresden. No. 41472 vom 3. April 1887.

Ein terrestrisches Fernrohr mit grossem Gesichtsfelde ist mit einem zweiten terrestrischen Fernrohr von starker Vergrösserung verbunden. Die scharfe Einstellung der beiden einzelnen Fernrohre geschieht durch nur eine Stellschraube gleichzeitig. Die Achsen der Fernrohre liegen parallel und sehr nahe an einander, sodass das beobachtende Auge, nachdem es durch das eine Fernrohr hindurch ein grosses Terrain auf einmal übersehen, sich mit Bequemlichkeit an das Ocular des stark vergrössernden Fernrohres begeben kann, um durch dasselbe hindurch gewisse Einzelheiten auf dem überschauten Terrain zu betrachten.

Neuerung an Gelenkmaassstäben mit Federsperrungen. Von Gebrüder Ullrich in Maikammer, Rheinpfalz. No. 41417 vom 10. September 1886.

Um ein schnelles Oeffnen des Maassstabes zu ermöglichen, sind die zur gegenseitigen Absteifung der Glieder angewendeten Federsperrungen zu beiden Seiten des Gelenkes in ungleichen Abständen angeordnet, so dass dieselben nur in der gestreckten Form des Maassstabes, nicht aber in der zusammengelegten, in Wirksamkeit treten.

Für die Werkstatt.

Billige Platinirung. Revue chronométrique. 1887. S. 404.

Gegenstände aus Eisen kann man durch eine dünne Platinschicht schützen, indem man sie zunächst mit einer Mischung von borsaurem Blei, Kupferoxyd und Terpenthinspiritus bedeckt und einer Temperatur von 250 bis 330 Grad aussetzt. Der Ueberzug schmilzt und breitet sich auf dem Object gleichförmig aus. Darauf bringt man eine zweite Decke von borsaurem Blei, Kupferoxyd und Lavendelöl, überpinselt den Gegenstand mit einer Lösung von Platinchlorür in Aether und lässt bei einer Temperatur, welche 200 Grad nicht übersteigen darf, abdampfen. Der Platinüberzug haftet dann sehr fest und zeigt ein glänzendes Ansehen. Wenn man den Niederschlag auf der ersten Emaildecke erzeugt, erhält er mattes Aussehen. Der Preis dieses Ueberzuges soll etwa ein Zehntel des üblichen Preises für Vernickelung betragen. *P.*

Arbeitszeichnungen zu conserviren. Neueste Erfind. u. Erfahr. 1887. S. 571.

Man legt die Zeichnung auf glatte Unterlage (Glastafel oder Brett) und übergiesst sie mit Collodium, welches 2 Procent Stearin gelöst enthält. Nach 20 Minuten sind die Zeichnungen trocken, weiss, matt glänzend und abwaschbar. *P.*

Berichtigungen.

1. S. 390 des vorigen Jahrgangs, Zeile 4 von oben lies: 1,9 statt 1,7.
   " " " " " 6 " " " 20 cm statt 20 mm.
2. Auf S. 16 des vorigen Heftes muss in der ersten Formel in dem Gliede:

$$\frac{D_0}{D_t}\left[\frac{l_0(s - \ldots)}{d_0} + m - z' - \lambda\right]\sin z\, dt$$

der Factor sin z fortfallen.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geb. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **März 1888.** Drittes Heft.

Die Erfindung der Pendeluhr.

Von

Dr. **E. Gerland** in Kassel.

Als Erfinder der Pendeluhr hat bis in die Mitte unseres Jahrhunderts fast unbestritten der berühmte Niederländer Christiaan Huygens gegolten. Zwar wusste man, dass noch zu Lebzeiten desselben die Erfindung von Seiten der Italiener für Galilei in Anspruch genommen worden war, italienische Schriftsteller hielten auch wohl noch an dessen Priorität fest, aber Bücher, die in erster Linie sich über diese Frage auszusprechen hatten, wie Fischer's *Physikalisches Wörterbuch* (1798—1805), oder desselben Verfassers *Geschichte der Physik* (1801—1808) traten für Huygens ein und die Sache schien vollends durch van Swinden's 1814 in dem Königlich Niederländischen Institut der Wissenschaften zu Amsterdam gelesene Abhandlung[1]) *„Over Huygens als uitvinder der slinger-uurwerke“* endgiltig entschieden. So blieben denn auch Brandes und von Littrow[2]), die Verfasser der 1833 und 1839 in Gehler's *Physikalischem Wörterbuch* erschienenen Artikel „Pendel“ und „Uhr“ unter Beziehung auf die Arbeit des holländischen Forschers bei der herrschenden Ansicht.

Die Frage kam aber wieder in Fluss, als Albèri[3]) in der von 1842 bis 1856 erschienenen Gesammtausgabe der Werke Galilei's auf das Entschiedenste für die Priorität seines Landsmannes eintrat, dem 1873 R. Wolf[4]) in seinen *Astronomischen Mittheilungen, No. XXIII*, als dritten Prätendenten den Toggenburger Joost Byrgi zufügte. Beide verwarf zwar drei Jahre später noch einmal S. Günther[5]) in seiner *„Quellenmässige Darstellung der Erfindungsgeschichte der Pendeluhr bis auf Huyghens“* betitelten Arbeit, ohne jedoch alle Quellen heranzuziehen, und so stand die endgiltige Entscheidung noch aus, als in demselben Jahre, 1876, im *South Kensington Museum* in London die internationale Ausstellung wissenschaftlicher Apparate eröffnet wurde. Dies grossartige Unternehmen schien denn endlich die Gelegenheit zu bieten, eine Entscheidung herbeizuführen und da mir die Berichterstattung über den historischen Theil der Ausstellung übertragen worden war, unterliess ich nicht, die interessante Frage eingehend zu bearbeiten. Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sind in dem 1878 herausgegebenen, den Königlich Preussischen Ministern

[1]) van Swinden, *Verhandelingen der 1. klasse van het kon. Nederl. Instituut van wetenschappen. 3. deel. Amsterdam 1817.* — [2]) Brandes und von Littrow in Gehler's physikalischem Wörterbuch. Bd. VII, S. 382 und Bd. IX, S. 1114. — [3]) Albèri, *Le Opere di Galileo Galilei. Prima Edizione completa condotta sugli Autentici Manoscritti Palatini. Firenze 1842—1856.* Bd. XIV, S. 339 und *Supplemento* S. 338. — [4]) Wolf, Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. XVIII. Jahrgang. Zürich 1873. — [5]) Günther, Vermischte Untersuchungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften. Leipzig 1876.

des Handels und des Cultus erstatteten Berichte[1]) niedergelegt; die eingehende Begründung erschien noch in demselben Jahre in *Wiedemann's Annalen*[2]). Obwohl Wolf in seiner 1877 herausgegebenen *Geschichte der Astronomie* noch entschiedener wie früher für Byrgi's Ansprüche eintrat, so nahmen doch die seitdem erschienenen Werke, welche die Geschichte der Pendeluhr behandeln, die von mir erlangten Resultate an, mit Ausnahme allerdings der 1879 nach ihres Verfassers Tode veröffentlichten *Geschichte der Physik* von Poggendorff, deren Beharren bei der früheren Ansicht sich jedoch einfach daraus erklärt, dass sie viele Jahre früher geschrieben, wie gedruckt worden ist. Rosenberger[3]) aber und Heller[4]) schliessen sich in ihren Geschichten der Physik meinen Ansichten an, wenn auch des Letzteren Darstellung der Erfindungsgeschichte der Pendeluhr keineswegs frei von Widersprüchen ist. Auch Rühlmann[5]) nimmt dieselben an, citirt aber nur eine Abhandlung von mir in *Westermann's Monatsheften*, die weiter unten ihre Erwähnung finden wird.

Diese reiche, den Gegenstand auf Grund der bis jetzt vorhandenen Quellen wohl erschöpfende Literatur hat nun van Schaïk im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift, S. 350, um eine weitere Abhandlung über die Pendeluhr vermehrt. Indem er van Swinden's Abhandlung mit Recht als gänzlich unzureichend findet, trägt er die Ansichten als neue vor, die ich bereits vor zehn Jahren als die einzig annehmbaren nachgewiesen habe, und lässt Fragen offen, welche vollständig zu beantworten ich schon damals in der Lage war. Ein im Decemberheft S. 428 gegebener Nachtrag theilt dann mit, dass er auf meine Arbeit aufmerksam gemacht worden sei. Die weitere Literatur berücksichtigt er indess immer noch nicht und so scheint ihm der Zweck seiner Arbeit, auf die Leidener Zeichnung aufmerksam zu machen und die Vollkommenheit der Galilei'schen Hemmung darzuthun, doch erreicht. Da dies in meiner Arbeit bereits, wie ich glaube, erschöpfend geschehen war, so muss ich leider daraus ersehen, dass die Literatur über den in Rede stehenden Gegenstand nicht so allgemein bekannt ist, wie man es vorauszusetzen wohl berechtigt sein dürfte; es scheint mir daher nicht überflüssig, die Erfindungsgeschichte der Pendeluhr hier nochmals darzustellen und ich glaube dies umsomehr thun zu sollen, als ich in der Lage sein werde, eine kleine Notiz von Wolf, die derselbe als weiteren Beleg für Byrgi's Priorität ansehen zu müssen glaubt, auf ihren wahren Werth zu prüfen. Der Aufsatz van Schaïk's wird mich dabei der Nothwendigkeit einer eingehenden Beschreibung der Galilei'schen Pendeluhr überheben.

Schon im Jahre 1635 war Galilei durch Vermittelung des bekannten Amsterdamer Buchhändlers Elzevier mit den Generalstaaten in Verbindung getreten und hatte ihnen die Herstellung eines Pendelzählwerkes angeboten, welches aber noch keine Pendeluhr war, da das Pendel durch ihm von aussen ertheilte Stösse in Bewegung erhalten werden musste. Die angeknüpften Unterhandlungen führten der Anwalt beim Pariser Parlamente und Freund Galilei's, Elias Diodati und Hugo de Groot. Obwohl die Generalstaaten eine besondere Commission mit der Sache beauftragten, so rückte sie doch nur langsam vorwärts und um sie zu beschleunigen wandte sich 1637 Diodati an den Secretair des Prinzen Friedrich Heinrich von

---

[1]) A. W. Hofmann, Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876. Bd. I, S. 18. — [2]) Wiedemann's Annalen, 4. S. 585. 1878. — [3]) Rosenberger, Die Geschichte der Physik in Grundzügen. T. II. 1884. S. 177. — [4]) Heller, Geschichte der Physik, Bd. II. 1884. S. 199, während er Bd. I, S. 381 die Erfindung der Pendeluhr Huygens zueignet. — [5]) Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre. 2. Aufl. Bd. IV. Vgl. Hannoversches Gewerbeblatt 1887. S. 218.

Oranien, welche Stelle damals Huygens' Vater inne hatte. Dieser täuschte das in ihn gesetzte Vertrauen auch nicht, aber während sein Eingreifen den auf holländischer Seite bisher vermissten Eifer herbeiführte, so suchte nun Galilei die Angelegenheit in die Länge zu ziehen, da ihm bei seiner damaligen Lage nähere Beziehungen zu einer protestantischen Macht gefährlich werden konnten. So schlief die Sache bald gänzlich ein. Wenn dadurch aber der äussere Antrieb zur Vervollkommnung seines Apparates auch fehlte, so gab der grosse Florentiner seine Bemühungen, dem Pendel durch eine die Menschenhand ersetzende Triebkraft die zur Erhaltung seiner Bewegung nothwendigen Stösse ertheilen zu lassen, keineswegs auf und als er 1641 einsam und erblindet bereits auf seiner Villa bei Arcetri lebte, kam ihm der Gedanke, als solche, wie es bei den Uhren damaliger Zeit längst üblich war, ein aufgewundenes Gewicht zu benutzen. Er hielt ihn sogleich fest, indem er seinem Sohne Vincenzio und seinem Schüler Viviani, den einzigen, die um ihn sein durften, die Zeichnung einer Pendeluhr dictirte. Bevor aber weitere Schritte zu ihrer Ausführung geschehen waren, ereilte ihn 1642 der Tod und obgleich Vincenzio die Absicht, diese auch ohne Unterstützung des Vaters zu unternehmen, nicht aufgab, so kam er doch erst im Jahre 1649 dazu, sie zu verwirklichen. Er liess sich durch den Schlosser Ballestri die nöthigen Räder anfertigen, schnitt selbst die Zähne hinein, setzte sodann den Apparat zusammen und war bald soweit damit gediehen, dass er mit Viviani eine Prüfung vornehmen konnte, welche sehr befriedigend ausfiel. Ehe er jedoch das Werk ganz nach seinem Sinne vollendet hatte, starb auch er an einem hitzigen Fieber, der Apparat aber wurde 1668 mit anderen Stücken seines Nachlasses durch seine Wittwe verauctionirt, nach einer uns von Nelli aufbewahrten Notiz als: *Un Oriuolo non finito di ferro col Pendolo, prima invenzione del Galileo*[1]), ohne dass er einem Sachverständigen wieder in die Hände gefallen wäre. Die Zeichnung aber blieb bei seinem Nachlass und befindet sich jetzt als wichtigstes Zeugniss für Galilei's Priorität in der *Bibliotheca Palatina* in Florenz.

Von allen diesen Dingen wusste Huygens nichts, als er 1656 den zu seiner Zeit gebräuchlichen Uhren durch Zufügung des Pendels die Genauigkeit gab, deren die damaligen wissenschaftlichen Untersuchungen bereits bedurften. 1658 veröffentlichte er seine Erfindung, welche auch die vortreffliche Eigenschaft hatte, dass sie sich mit Leichtigkeit lediglich durch Einsetzen eines Kronrades anstatt des bisher üblichen Horizontalpendels an jenen Uhren anbringen liess. Die Ausbreitung neuer Erfindungen, für die jetzt eine grosse Menge Zeitschriften sorgt, geschah im 17. Jahrhundert auf brieflichem Wege und die Gelehrten unterhielten deshalb nach allen Seiten hin lebhafte Correspondenzen mit den Fachgenossen. Es gab ihrer nicht wenige, die nur durch ihren Briefwechsel, in dem wissenschaftlich thätigere Gelehrte die Ergebnisse ihrer Forschungen niederlegten, der Vergessenheit entrissen sind. Dazu gehörte auch der Mathematiker Boulliau in Paris und dieser schickte bald nach ihrem Erscheinen die Schrift *Horologium*, in der Huygens seine Ideen zur Verbesserung der Uhren zuerst mitgetheilt hatte, an den Prinzen Leopold von Toscana, den berühmten Beschützer der hauptsächlich aus Galilei's Schülern bestehenden *Accademia del Cimento*. Wie wenig jedoch der Prinz den Kernpunkt der Huygens'schen Erfindung durchschaute, bewies er durch die sofortige Reclamation derselben für Galilei auf Grund von dessen Zählwerk von 1635, und dass Boulliau in dieser Hinsicht noch hinter ihm zurückstand, ergiebt sich daraus, dass er sich nicht nur sofort von Galilei's Priorität überzeugen liess, sondern auch

[1]) Albèri, a. a. O. Suppl. S. 340. Anmerkung.

ohne weitere sachliche Begründung Huygens dieselbe aufzunöthigen suchte. *„Vous avez de l'esprit au delà de l'ordinaire"*, schrieb er, um seinen Freund im Haag über dies Misslingen wenigstens zu trösten, am 9. Mai 1659, *„fertile en de très belles inventions, et ainsi pour vous satisfaire, pour acquerir de la renommée vous n'avez pas besoin des inventions d'autrui."* Da musste denn freilich Huygens glauben, dass Galilei ihm bereits zuvorgekommen sei. Er kann aber seine Bedenken doch nicht unterdrücken und bittet sich die Beweise aus. Der Prinz, dem Boulliau Huygens' Wunsch mittheilt, fühlt sich seinerseits nun auch veranlasst, der Sache näher zu treten und fordert Viviani, den einzig überlebenden Augenzeugen der Erfindung Galilei's, zum Berichte über dieselbe auf. Unter dem Datum des 20. August 1659 erstattete Viviani einen solchen und da die von Galilei dictirte Zeichnung noch vorhanden war, auf die er sich beziehen konnte, so bestärkte sein Bericht den Prinzen in seiner Ansicht von der Priorität Galilei's, die freilich nun erst durch Thatsachen begründet wurde. Da es diesem sehr fern lag, Huygens Unrecht thun zu wollen, so liess er die von Galilei herrührende Zeichnung copiren und schickte die Copie an Boulliau. Warum auf demselben Blatt eine Uhr damaliger Construction abgebildet worden war mit einem nach Huygens' Vorgang angebrachten Pendel wird die an Boulliau mitgesandte Beschreibung erklärt haben. Sie ist uns leider, da sie der Pariser Mathematiker an Huygens nicht mitsandte, nicht erhalten. Die Zeichnung erhielt Huygens am 15. Januar 1660 nur mit den begleitenden Worten: *„Je vous envoye la figure de l'Horloge à Pendule commencé par Galilée tel qu'on me l'a envoyé de Florence."* Es dürfte kaum noch zu ermitteln sein, warum Boulliau die zu ihrem Verständniss doch so nothwendige Beschreibung zurückhielt. Lag die damals übliche Geheimnisskrämerei zu Grunde, welche ihr Vergnügen darin fand, befreundeten Gelehrten Aufgaben zu stellen, die Lösung aber ihnen selbst zu überlassen, so war diese hier sehr übel angebracht. Denn Huygens hatte ja die von Galilei gelöste Aufgabe längst auf seine Weise gelöst und wenn er auch die Einrichtung beider Uhren leicht verstehen konnte, so konnte er doch unmöglich errathen, dass nur die eine Zeichnung von Galilei herrührte, die andere aber nicht. Gerade die letztere musste ihn aber zu der Annahme zwingen, dass seine Erfindung bereits genau so, wie er sie gegeben, von Galilei gemacht worden sei; so unangenehm ihm dies aber auch war, mehr noch quälte ihn der Gedanke, dass man ihn nun um seiner Schrift willen des Plagiats zeihen müsse, des Plagiats an Galilei, den er doch so hoch stellte. Er versichert auf das Angelegentlichste Boulliau, Heinsius, de Roberval, dass er den Entwurf Galilei's nicht gekannt habe. Dass ihm auch dessen Zählwerk fremd war, was freilich van Swinden für unwahrscheinlich halten zu müssen glaubt, geht aus anderen seiner Briefe deutlich genug hervor. Noch 1673 beschwört er den nunmehrigen Cardinal Medici, ihn von dem hässlichen Verdachte zu befreien. Erst später wurde er von der wahren Sachlage unterrichtet, und dass dies im Jahre 1684 geschehen war, beweist die auch bei van Schaïk[1]) abgedruckte Notiz, welche damals Huygens lediglich zu eigener Benutzung niederschrieb und welche von vornherein viel leichter verständlich ist wie die Gereiztheit, mit der er sich immer wieder gegen einen Vorwurf vertheidigte, der ihm von Niemanden gemacht war.

Noch vor Empfang der beiden erwähnten Figuren hatte er Boulliau gebeten, ihn über die Unterschiede der Galilei'schen und seiner Construction aufzuklären. *„Si ce n'est aux roues"*, hatte er angefügt, *„c'est peu de chose. Mais si le pendule est attaché*

[1]) A. a. O. S. 354.

autrement que je n'ais fait, (er hatte die noch übliche Aufhängung mittels eines Fadens gewählt) *comme si peut être il tourne sur un essieu, le succés n'en auroit être si bon.*" Auf diese Weise aber hatte Galilei in seiner Uhr in der That das Pendel befestigt. Bedenkt man ferner, dass nach Huygens' Vorschlag sich das Pendel mit der grössten Leichtigkeit an den damals allgemein üblichen Uhren anbringen liess, dass selbst noch in diesem Jahrhundert van Swinden die Galilei'sche Construction völlig missverstehen konnte, so ist es gewiss begreiflich, wenn Huygens über sie das Urtheil fällte, sie sei gewesen „*difficili machinatione, ut non mirum non successisse*". Wenn demnach Galilei die Priorität in der Erfindung der Pendeluhr unzweifelhaft gehört, wenn sein Apparat auch sehr eigenartig und des grossen Mannes würdig ist, der Ruhm, der Huygens gebührt, ist darum nicht geringer. Denn seine Erfindung ist der seines Vorgängers nicht nur ebenbürtig und gänzlich unabhängig von jener gemacht, sie war auch für die damalige Zeit die entschieden brauchbarere.

Aus dem Umstande nun, dass die von Galilei hinterlassene Zeichnung und die an Huygens 1660 übersandte Copie derselben aus einem etwas verschiedenen Standpunkt aufgenommen sind, glaubt van Schaïk schliessen zu dürfen, dass beiden als Original ein ausgeführtes Modell vorgelegen haben müsse. Wie wir sahen, trifft dieser Schluss, den van Schaïk als den einen Zweck seiner Abhandlung in dem erwähnten Nachtrage ausdrücklich aufrecht erhält, nicht zu. Hatte man nicht auf seine Arbeit zu warten nöthig gehabt, um Kenntniss von diesem Entwurf Galilei's zu erhalten, so übersieht dieselbe auch, dass, wenn jener Schluss gezogen werden dürfte, unter keinen Umständen das treibende Gewicht fehlen konnte, welches ebenso leicht in Gedanken in der Zeichnung, als schwer in Wirklichkeit an dem genau nach ihr ausgeführten Apparate anzubringen war. Die Leidener Zeichnung ist demnach nur eine rohe Skizze des Florentiner Originals, welches offenbar nur deshalb in geänderter Lage wiedergegeben wurde, damit die Theile, auf die es besonders ankam, gut gesehen werden konnten. Dass endlich van Schaïk's Versuch mit einem nach der Zeichnung hergestellten Modell 30 Jahre zu spät kam, davon hat er sich, wie sein Nachtrag zeigt, unterdessen selbst überzeugt. Ich füge hinzu, dass eine Abbildung des in Florenz damals hergestellten Modelles, welches die hervorragende Brauchbarkeit des Galilei'schen Entwurfes bewies, bereits Günther gegeben hat, während Copien (nicht nur „richtige Beschreibungen") der Florentiner Zeichnung sich finden bei Albèri (*Supplemento, Taf. II*), im Bericht über die Ausstellung im South Kensington Museum, in Biedermann's deutschem Katalog derselben, der unter dem Titel *Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate im South Kensington Museum zu London 1876* daselbst im folgenden Jahre erschienen ist, und danach eine Reproduction in *Westermann's Monatsheften, 1874. S. 675.*

Ich wende mich nun zur Besprechung der Eingangs erwähnten kleinen Arbeit Wolf's[1]). In dem neuerdings von Henry herausgegebenen Briefwechsel zwischen Huygens und Carcavy, beides Gelehrte, welche zu den zuerst ernannten Mitgliedern der französischen Akademie der Wissenschaften gehörten, findet sich ein Brief des letzteren, worin derselbe unter dem Datum des 3. September 1659, also offenbar angeregt durch Huygens' Schrift *Horologium* seinem Collegen im Haag mittheilt, dass ihm ein Edelmann aus Angoulême, de Boismorand, von einer Uhr von der Form der Huygens'schen erzählt habe, welche um 1615 durch einen Deutschen für die Königin Mutter Maria von Medici verfertigt worden sei, die sich

1) Astronomische Mittheilungen LXIX, Züricher Vierteljahrsschrift, Mai 1887. S. 345.

nunmehr in seinem, de Boismorand's, Besitz befinde und ganz sicher ein Pendel besitze. Huygens, dessen Briefe an Carcavy nur im Concept vorhanden sind, beantwortet diese Nachricht mit der Bitte, ihm mitzutheilen, wie das Pendel angebracht sei und ob sich die Uhr bewährt habe. Er glaube dies nicht, weil eine so nützliche Erfindung sonst doch nicht habe wieder verloren gehen können. „*C'est une chose estrange*", setzt er unwillig hinzu, wie er es auch an den Prinzen Leopold schrieb, „*que personne avant moy n'ait parlé de ces horloges et qu'à cette heure il s'en découvre tant d'autres autheurs.*" Hier wurde er freilich nicht von der Wahrheit der ihm gemachten Mittheilung überzeugt; Carcavy konnte ihm trotz aller Bemühungen die versprochene Beschreibung der Uhr nicht verschaffen und so legte denn auch Huygens der Sache keine Wichtigkeit bei, in seinen Werken wenigstens erwähnt er ihrer mit keinem Wort.

Prüft man diese recht dürftige Nachricht in unbefangener Weise, so fällt zunächst auf, dass, weil nur von einem Pendel, aber nicht von einem Verticalpendel die Rede ist, aus der Aehnlichkeit mit der Huygens'schen Uhr bei gänzlichem Fehlen genauerer Nachrichten die Vermuthung die bei weitem wahrscheinlichste ist, dass man es hier mit einem Zeitmesser von der damals üblichen Form zu thun gehabt habe. Dass der glückliche Besitzer seinen Besitz etwas herausstrich, wird man begreiflich finden, auch, da er offenbar kein Sachverständiger war, eine etwaige Verwechselung verzeihen. Auf jeden Fall müsste, wenn aus dieser Erzählung ein geschichtlich brauchbarer Schluss gegen Huygens Priorität sollte gezogen werden können, doch irgend eine genauere Angabe über die Art des Pendels vorhanden sein und so scheint diese höchst unbestimmte Notiz wohl nicht der Berücksichtigung werth.

Wolf ist jedoch anderer Ansicht. Ihm scheint aus diesem Briefe „mit ziemlicher Sicherheit" zu folgen, „dass ein deutscher Arbeiter im Anfange des 17. Jahrhunderts und jedenfalls lange vor Huygens eine Art Pendeluhr herstellte" und weil dieser Arbeiter ein Geselle Byrgi's gewesen sein könne, so „liege muthmaasslich in jenem Factum ein neuer Grund vor, die zu Gunsten von Byrgi erhobenen Ansprüche aufrecht zu erhalten".

Ich muss es dem Leser überlassen, ob er eine solche Schlussfolgerung als eine bindende betrachten kann. Wie ich in meiner mehrerwähnten Arbeit bereits auseinandergesetzt habe, stehen die Ansprüche für Byrgi's Priorität nicht auf festeren Füssen. Denn da sie sich bei völligem Mangel anderen Materials allein auf noch vorhandene Uhren gründen, so können sie doch nur durch solche gestützt werden, die nachweislich von jenem geschickten Künstler und ausgezeichneten Mathematiker herrühren. Von solchen aber kannte man bisher nur zwei, eine im Kasseler Museum in einem Globus, und eine in Prag, welche beide kein Verticalpendel besitzen. Ausserdem besitzt das Kasseler Museum zwei andere, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit Byrgi zugeschrieben wurden, von denen die eine, eine Tafeluhr in silbernem, von Eisenhoit gefertigtem Gehäuse, ein Horizontalpendel hat, während das Uhrwerk der anderen, der berühmten Planetenuhr des Landgrafen Wilhelm IV, wohl erst am Ende des 17. Jahrhunderts an Stelle des ursprünglichen eingesetzt worden ist. Neuerdings durch Professor von Drach im Staatsarchiv zu Marburg angestellte Forschungen haben nun freundlicher mündlicher Mittheilung zu Folge ergeben, dass jene in der That sehr wahrscheinlich von Byrgi herrührt, während diese von Byrgi's Vorgänger Hans Buch 1562 vollendet worden ist, und so besitzen die drei gut beglaubigten Uhren, die uns Byrgi hinterlassen hat, keine Vertical-

pendel. Daraufhin Galilei nicht nur die Erfindung der Pendeluhr, sondern auch die des Isochronismus der Pendelschwingungen, zu welcher Consequenz sich Wolf durch seine Annahme weiter genöthigt sieht, zu entreissen, dürfte wohl kaum bei denen Anklang finden, welche die Geschichte der Physik aus den dazu vorhandenen Urkunden kennen zu lernen für das Richtige halten.

Kassel im December 1887.

Die Farben-Correction der Fernrohr-Objective von Gauss und von Fraunhofer.

Von Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

III. Das secundäre Spectrum.

(Schluss.)

Ueber die optischen Eigenschaften der von Fraunhofer zu dem Königsberger Heliometer-Objectiv benutzten Glasarten sind nur die Angaben bekannt, welche Bessel darüber giebt[1]); diese sind

$$\begin{array}{ll} \text{Crown: } n' = 1{,}529130, & \\ \text{Flint: } n = 1{,}639131, & \end{array} \quad \frac{dn'}{dn} = 2{,}025.$$

Diese Brechungsverhältnisse wurden bisher allen Rechnungen zu Grunde gelegt, durch welche die sphärische Aberration (im allerweitesten Sinne) jenes Objectives untersucht werden sollte, vor Allem von Bessel selbst. Will man jedoch auch die Eigenschaften des Systems in Bezug auf Farbenabweichung prüfen, so geräth man in einige Verlegenheit.

Ich nahm seinerzeit an[2]), die von Bessel angegebenen Brechungsverhältnisse bezögen sich auf einen Strahl mittlerer Brechbarkeit, für welchen Fraunhofer die Kugelabweichung gehoben habe, nannte diese Farbe gelb (g) und rechnete dann mit einem von mir als violett (v) bezeichneten Strahle ebenfalls durch das Objectiv; die Brechungsverhältnisse dieses Strahles nahm ich willkürlich an zu:

$$\text{Crown: } n_v = 1{,}540952$$
$$\text{Flint: } n'_v = 1{,}663061,$$

so dass

$$\frac{dn'}{dn} = \frac{n'_g - n'_v}{n_g - n_v} = \frac{23940}{11822} = 2{,}025$$

würde, wie von Bessel angegeben ist.

Die Durchrechnung ergab, wie bereits auf S. 62 mitgetheilt, dass bei diesen von mir angenommenen Zerstreuungen der Farbenfehler des Königsberger Objectives nicht unbeträchtlich übercorrigirt erscheint.

Eine ähnliche Berechnung ist nun von P. A. Hansen angestellt worden[3]), ebenfalls auf Grundlage derselben Bessel'schen Angaben; Hansen sieht die von Bessel berichteten Zahlen als die Brechungsverhältnisse der mittleren Strahlen an und setzt für seine Rechnung folgende Werthe an:

$$\text{Crown: } \begin{cases} n_r = 1{,}518700 \\ n_v = 1{,}539560 \end{cases} \qquad \frac{dn'}{dn} = \frac{42242}{20860} = 2{,}025.$$
$$\text{Flint: } \begin{cases} n'_r = 1{,}618000 \\ n'_v = 1{,}660242 \end{cases}$$

---

1) Astron. Untersuchungen I. Bd. 2. § 17, Königsberg 1841 und Astronom. Nachr. 18. S. 106. — 2) Inaugural-Dissert. München 1873. — 3) Untersuchung des Weges eines Lichtstrahles u. s. w. Abhdlgen. d. Math.-Physik. Cl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss. X. Bd. No. 2 S. 151. (1871.)

Einer Vergleichung dieser Werthe mit den Brechungsverhältnissen anderer Fraunhofer'scher Glasarten entnahm Hansen, dass sie einem Punkte im hellsten Theile der rothen Strahlen und einem Punkte im violetten Theile des Spectrums entsprachen.

Hansen's Rechnungsresultate sind nun für dieselben Vereinigungsweiten p, wie sie vorstehend definirt wurden:

rA	vA	rR	vR
1127,328	1128,076	1127,049	1128,293.

Hier ergiebt sich der Farbenfehler $(p_r - p_v)$:

In der Axe: $rA - vA = -0{,}748$,

am Rande: $rR - vR = -1{,}244$,

also ebenfalls übercorrigirt, aber wegen des grösseren Abstandes der in Betracht gezogenen Strahlen von einander entsprechend grösser als bei mir.

Um nun ein richtiges Urtheil über die Art zu gewinnen, in welcher Fraunhofer die Farbenabweichung des Objectives bei der Berechnung desselben berücksichtigte, genügen augenscheinlich derartige Rechnungen mit willkürlichen Annahmen über den Abstand der Strahlen von einander nicht; man müsste vielmehr Angaben oder zuverlässige Annahmen über die Brechungsverhältnisse der beiden Glasarten für die verschiedenen Theile des Spectrums besitzen, wie Fraunhofer solche bekanntlich für einige von ihm hergestellte Glasarten gegeben hat[1]). Man bedient sich naturgemäss zuerst dieser Angaben Fraunhofer's. Dieselben sind:

	B	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
Crownglas No. 13:	1,524312	1,525299	1,527982	1,531372	1,534337	1,539908	1,544684
Crownglas No. 9:	1,525832	1,526849	1,529587	1,533005	1,536052	1,541657	1,546566
Crownglas Lit. M.:	1,554774	1,555933	1,559075	1,563150	1,566741	1,573535	1,579470
Flintglas No. 3:	1,602042	1,603800	1,608494	1,614532	1,620042	1,630772	1,640373
Flintglas No. 30:	1,623570	1,625477	1,630585	1,637356	1,643466	1,655406	1,666072
Flintglas No. 23:	1,626580	1,628460	1,633666	1,640519	1,646768	1,658848	1,669683
Flintglas No. 13:	1,627749	1,629681	1,635036	1,642024	1,648260	1,660285	1,671062

Bei dem Durchsehen dieser Brechungsverhältnisse kann man leicht auf die Vermuthung kommen, dass die Glasarten des Königsberger Heliometerobjectives sich ebenfalls darunter befinden. Es stimmen die Angaben für Crownglas No. 9 und Flintglas No. 13 so ziemlich mit Bessel's Angaben überein, so dass ich dieser Vermuthung bereits einmal Ausdruck gab[2]) und daraus schloss, dass der von Hansen als Roth angenommene Strahl nicht im hellsten Theile des Roth liegen könne, sondern sehr nahe dem rothen Ende des Spectrums sich befinde, so dass die von Hansen angenommene Zerstreuung jedenfalls zu gross sei und in Folge dessen auch der von ihm berechnete Farbenfehler.

Ich war in dieser Vermuthung bestärkt worden dadurch, dass sich das Zerstreuungsverhältniss für die beiden Glasarten Crown No. 9 und Flint No. 13 für die hellste Stelle des Spectrums genau zu 2,025 ergiebt, wenn man dasselbe nach der Methode von Steinheil und Seidel[3]) berechnet.

Gegen meine oben ausgesprochene Vermuthung erhob W. Scheibner[4]) den Einwand, dass dieses Zerstreuungsverhältniss nur 2,00773 betrage, wenn man dasselbe aus denjenigen Gleichungen berechnet, welche W. Schmidt für die sieben bekannten Fraunhofer'schen Glasarten entwickelt hat[5]). (Auf beide Methoden wird

[1]) Gilberts Annalen **56**. S. 292 (1817). — [2]) Astronom. Nachr. **86**. No. 2049 S. 143. — [3]) Abhdlgen. d. Math.-Phys. Cl. d. Kgl. bayr. Akad. d. Wiss., II. Abthlg. **5**. S. 255. — [4]) Dioptrische Untersuchungen. Abhdlgen. d. Math.-Phys. Cl. d. Kgl. sächs. Ges. d. Wiss., **11**. No. 6, S. 568 (1876). — [5]) Die Brechung des Lichtes in Gläsern. Leipzig 1874.

in Folgendem zurückgekommen.) Scheibner zeigte ferner, dass unter diesen sieben Glasarten überhaupt keine zwei seien, welche das verlangte Zerstreuungsverhältniss von 2,025 besässen (nach Schmidt berechnet), so dass nicht behauptet werden könne, dass beide Glasarten des Königsberger Heliometerobjectives unter den angeführten Fraunhofer'schen Gläsern enthalten seien, in Folge dessen auch die von mir an die Voraussetzung solcher Identität geknüpften Folgerungen über die von Hansen angenommenen Brechungsverhältnisse nicht wohl aufrecht erhalten werden könnten.

Ich machte sodann eine Durchrechnung des Königsberger Objectives mit den fraglichen beiden Glasarten (Crown No. 9 und Flint No. 13). Es ergaben sich folgende Vereinigungsweiten der Axenstrahlen für die betreffenden Stellen des Spectrums:

B	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
1115,2620	1114,9667	1114,5736	1114,8673	1115,1478	1117,1046	1119,4640

und die Brennweiten:

1119,0126	1118,7152	1118,3154	1118,6005	1118,8735	1120,8168	1123,1643

Abgesehen davon, dass hier der Farbenfehler, wenn auch in demselben Sinne, so doch viel grösser erscheint als selbst bei Hansen's Annahme, stimmt die berechnete Brennweite durchaus nicht mit der von Bessel mittels sehr sorgfältiger Messungen thatsächlich ermittelten, sowie mit den mittels der von Bessel angegebenen Brechungsverhältnisse zu berechnenden. Diese beträgt nämlich 1134,44, bezw. 1131,4548. Den Unterschied zwischen diesen beiden Zahlen, zwischen der gemessenen und der berechneten Brennweite erklärt Bessel daraus, dass die von Fraunhofer angegebenen, als der Construction des Objectives zu Grunde gelegten Elemente nur als die Absicht andeutend angesehen werden können, welcher gemäss es verfertigt werden sollte, während bei der wirklichen Herstellung kleine Abweichungen von dieser Absicht vorgekommen seien. — Auf jeden Fall zeigt aber das mitgetheilte von mir unter Zugrundelegung der Brechungsverhältnisse von Crownglas No. 9 und Flintglas No. 13 erhaltene Rechnungsresultat, dass meine Vermuthung über diese beiden Glasarten einer genauen Prüfung nicht Stand hält.

Ich habe mich sodann noch an Herrn Siegmund Merz, den Inhaber der früheren Fraunhofer'schen Werkstatt in München, gewandt, mit der Bitte um nähere Angaben über die Glasarten, aus welchen das Königsberger Heliometerobjectiv hergestellt sei, habe aber die Antwort erhalten, dass auch dort keine näheren Angaben bekannt seien. Vor Kurzem habe ich nun einen erneuten Versuch gemacht, die näheren Brechungsverhältnisse der betreffenden Glasarten zu ermitteln. Hierbei ging ich von der Annahme aus, dass die von Bessel veröffentlichten Angaben des Brechungs- und des Zerstreuungsverhältnisses seines Objectives von Fraunhofer selbst herrühren, ebenso wie die Angaben über die Abmessungen des Objectives, sowie ferner, dass die beiden zu suchenden Glasarten wenigstens den bekannten sieben Fraunhofer'schen Glasarten ähnlich gewesen sind und hauptsächlich in Bezug auf ihre partielle Dispersion nicht wesentlich von diesen abweichen.

Für die von Bessel angegebenen Brechungsverhältnisse ist thatsächlich die sphärische Abweichung sehr gering; die grosse Vorzüglichkeit des Fraunhofer'schen Objectives in Bezug auf die Vernichtung einer Reihe von Fehlern ist stets an der Hand dieser Zahlen nachgewiesen worden. Wenn nun Fraunhofer nur für eine einzige Farbe das Brechungsverhältniss mittheilte, wenn für diese Farbe die Fehler wegen der Kugelgestalt und andere Abweichungen musterhaft gehoben sind, so ist es äusserst wahrscheinlich, dass diese Farbe der hellsten Stelle des Spectrums

entspricht. Fraunhofer ermittelte, dass der hellste Ort im Spectrum „um ungefähr $^1/_3$ oder $^1/_4$ der Länge DE von D nach E zu liege“, und deutet an, dass er als die „mittleren“ Strahlen, für welche er die Kugelabweichung zu heben suchte, gerade diejenigen Strahlen wählte, welche der hellsten Stelle des Spectrums entsprachen. Dieselbe Annahme macht übrigens auch Scheibner bei Berechnung der Zerstreuungsverhältnisse.

Die erste von mir gemachte Annahme ist also die, dass die von Bessel mitgetheilten Brechungsverhältnisse

Crown: $n = 1{,}529130$
Flint: $n' = 1{,}639121$

einem mittleren Strahle entsprechen, welcher zwischen der Linie D und E und zwar bei $D\,30\,E$ (der ganze Abstand D bis $E = 100$ gesetzt) liege. Dieser mittlere Strahl werde mit M bezeichnet.

Wendet man sich zuerst dem Crownglase zu, so kommt dieses dem Fraunhofer'schen Crownglase No. 13 sehr nahe in Bezug auf das Brechungsverhältniss des mittleren Strahles M; es liegt zwischen Crownglas No. 9 und Crownglas No. 13. Man wird deshalb der Wahrheit recht nahe kommen, wenn man die Brechungsverhältnisse der zu suchenden Glasart, welche mit Crown K bezeichnet werden mag, einfach zwischen die Werthe für jene beiden Fraunhofer'schen Glasarten interpolirt:

	Crown No. 9	Crown K	Crown No. 13
B	1,525882	1,524434	1,524312
C	1,526849	1,525424	1,525299
D	1,529587	1,528112	1,527982
M	1,530612	1,529130	1,528999
E	1,533005	1,531505	1,531372
F	1,536052	1,534477	1,534337
G	1,541657	1,540051	1,539908
H	1,546566	1,544838	1,544684

Bevor man nun zur Aufstellung der betreffenden Daten für das Flintglas schreitet, muss man sich über die Bedeutung des von Bessel als 2,025 mitgetheilten Zerstreuungsverhältnisses klar sein. Das Zerstreuungsverhältniss $^{dn'}/_{dn}$ zweier Glasarten zu einander ist nicht constant, sondern es variirt für die verschiedenen Stellen des Spectrums, also z. B. für das Fraunhofer'sche Crownglas No. 13 und Flintglas No. 30 zwischen 1,904 und 2,233.

Fraunhofer nahm nun an, dass bei einem Objective die Abweichungen der helleren Strahlen mehr schaden, als diejenigen der weniger hellen und berechnete das Zerstreuungsverhältniss deshalb nicht einfach als Mittel aus den verschiedenen partiellen Zerstreuungsverhältnissen, sondern unter Berücksichtigung der den betreffenden Theilen des Spectrums zukommenden Helligkeiten. Setzt man

$$\frac{n'_C - n'_B}{n_C - n_B} = b$$

$$\frac{n'_D - n'_C}{n_D - n_C} = a \qquad \text{u. s. f.}$$

und die Helligkeit

im Raume $BC = \beta$
„ „ $CD = \gamma$ u. s. w.,

so ist das Zerstreuungsverhältniss nach Fraunhofer:

$$\frac{dn'}{dn} = \frac{b\beta + c\gamma + d\delta + e\varepsilon + f\zeta + g\eta}{\beta + \gamma + \delta + \varepsilon + \zeta + \eta}.$$

Zur Berechnung dieses Ausdruckes nahm Fraunhofer auf Grund seiner Messungen der Helligkeit der verschiedenen Theile des Sonnenspectrums an:

$$\beta = 0{,}021,\ \gamma = 0{,}299,\ \delta = 1{,}000,\ \varepsilon = 0{,}328,\ \zeta = 0{,}185,\ \eta = 0{,}035.$$

Auf diese Weise ergab sich für sein Flintglas No. 30 und Crownglas No. 13:

$$\frac{dn'}{dn} = 2{,}012.$$

Fraunhofer fand aber, dass bei Objectiven aus diesen beiden Glasarten das Sehen dann am Deutlichsten sei, wenn dieses Verhältniss = 1,98 genommen wird.

Steinheil und Seidel suchten diese Nichtübereinstimmung dadurch zu erklären, dass die Fraunhofer'sche Berechnung des Zerstreuungsverhältnisses nicht ganz exact sei. Es stelle nämlich dn'/dn einen wahren Differentialquotienten dar, dessen Einführung dazu diene, von einer bestimmten Stelle des Spectrums aus, für welche das Objectiv die geforderten Bedingungen erfüllt und der das angenommene n und n' zugehören, mit Annäherung auf jede andere überzugehen. Wird also dieser besonders bevorzugte (mittlere) Strahl mit M bezeichnet und mit x der allgemeine Index irgend einer Stelle des Spectrums (entsprechend dem $B, C, \ldots$) und bedeutet ξ die derselben zugehörige Intensität, so wird hiernach der wahre Mittelwerth sein:

$$\frac{dn'}{dn} = \frac{\int \xi \frac{n'_x - n'_M}{n_x - n_M} dx}{\int \xi \, dx}$$

Nach dieser Formel fällt für dieselben beiden Glasarten der von Fraunhofer als der vortheilhafteste gefundene Werth 1,98 genau in die Mitte zwischen die beiden Werthe, welche man für dn'/dn erhält, wenn man ein Mal für M die Linie D, das zweite Mal die Linie E wählt.

Sodann hat W. Schmidt nachgewiesen, dass die sämmtlichen Brechungsverhältnisse der sieben bekannten Fraunhofer'schen Glasarten sich durch die empirische Formel

$$n = a + bl^{-1} + cl^{-4}$$

mit derselben Genauigkeit darstellen lassen, welche den Fraunhofer'schen Messungen selbst innewohnt[1]). Aus den so gewonnenen Gleichungen für die beiden Fraunhofer'schen Gläser Crown No. 13 und Flint No. 30 berechnete Scheibner für die hellste Stelle des Spectrums ($D 30 E$):

$$\frac{dn'}{dn} = 1{,}9767,$$

ein Werth, welcher mit dem empirisch von Fraunhofer als dem besten erkannten vorzüglich stimmt.

Wenn nun von Fraunhofer als Zerstreuungsverhältniss der beiden Glasarten, welche er zum Objectiv des Königsberger Heliometers verwendete, an Bessel 2,025 mitgetheilt wurde, so ist anzunehmen, dass dieses der aus Fraunhofer's Formel für dn'/dn hergeleitete Werth für diese beiden Gläser ist, während Fraunhofer zur Berechnung des Objectives selbst vielleicht einen etwas kleineren Werth benutzte, in

[1]) W. Gerken hat gezeigt, dass dieselbe Formel auch die Brechungsverhältnisse von Thallium-Glas, Benzol-Chlorid und Oleum Cinnamoneum mit genügender Genauigkeit darstellt. (Ueber die Math. Theorie der Dispersion d. Lichts. Inaug.-Diss. Göttingen 1877.)

Folge seiner vorstehend mitgetheilten Erfahrungen über das günstigste Zerstreuungsverhältniss bei den Gläsern Flint No. 30 und Crown No. 13. In der That ist ja auch der Farbenfehler bei Annahme des Zerstreuungsverhältnisses 2,025 übercorrigirt und würde bei einem etwas kleineren Zerstreuungsverhältnisse gehoben sein.

Die Annahme, zu welcher ich mich nun berechtigt halte, ist also die, dass der Werth $dn'/dn = 2{,}025$ für die betreffenden Glasarten von Fraunhofer durch Rechnung nach der von ihm angegebenen Formel gewonnen wurde.

Stellt man nun die Zerstreuungsverhältnisse des hypothetischen Crownglases *K* mit den Fraunhofer'schen Flintgläsern her, so findet sich, dass die Flintgläser No. 23 und No. 30 dem zu suchenden Flintglase am Nächsten kommen. Es ist nämlich dn'/dn:

	Crown *K* u. Flint No. 20	Crown *K* u. Flint No. 30
$B-C$:	1,90	1,93
$C-D$:	1,94	1,90
$D-E$:	2,04	2,00
$E-F$:	2,10	2,06
$F-G$:	2,17	2,14
$G-H$:	2,16	2,23
Nach Fraunhofer's Formel:	2,05	2,01

Interpolirt man zwischen diesen beiden Reihen die Werthe für die neu aufzu stellenden partiellen Zerstreuungsverhältnisse eines vermuthlich zu dem Königsberger Objectiv verwendeten Flintglases (Flint *K*), so erhält man für Crown *K* und Flint *K*:

	dn'/dn	dn'
$B-C$:	1,919	0,001900
$C-D$:	1,915	0,005169
$D-E$:	2,015	0,006806
$E-F$:	2,075	0,006167
$F-G$:	2,151	0,011990
$G-H$:	2,241	0,010728
Nach Fraunhofer's Formel:	2,027	

Hieraus ergeben sich die Brechungsverhältnisse selbst für Flintglas *K*:

B	*C*	*D*	*M*	*E*	*F*	*G*	*H*
1,630037	1,631937	1,637106	1,639101	1,643912	1,650079	1,662069	1,672797

Es soll nun noch festgestellt werden, ob die so aufgestellten Werthe der Brechungsverhältnisse der hypothetischen Glasarten Crown *K* und Flint *K* sich ebenfalls wie die bekannten sieben Fraunhofer'schen Glasarten mit gleicher Genauigkeit[1]) durch die von W. Schmidt gefundene Formel:

$$n = a + bl^{-1} + cl^{-4}$$

darstellen lassen.

Es findet sich nun:

$$n = 1{,}50620040 + 0{,}0118577752\,l^{-1} + 0{,}000218622731\,l^{-4}$$
$$n' = 1{,}59848109 + 0{,}019825331\,l^{-1} + 0{,}00060720125\,l^{-4}$$

Hieraus berechnet man:

---

[1]) D. h. die Rechnung soll in keinem Falle mehr als um 0,000049 von den gegebenen Werthen abweichen.

	Crown K		Flint K	
	n	Δ	n	Δ
B	1,524125	— 0,000009	1,630036	— 0,000001
C	1,525429	+ 0,000005	1,631929	— 0,000008
D	1,528114	+ 0,000002	1,637118	+ 0,000012
E	1,531510	+ 0,000005	1,643922	+ 0,000010
F	1,534475	— 0,000002	1,650067	— 0,000012
G	1,540042	— 0,000009	1,662065	— 0,000004
H	1,544842	+ 0,000004	1,672801	+ 0,000004
$\Sigma\Delta$		— 0,000004		+ 0,000001

Aus diesen Rechnungsresultaten folgt, dass die Brechungsverhältnisse der hypothetischen Glasarten Cr. K und Fl. K sich mit der gewünschten Genauigkeit darstellen lassen durch dieselbe Gleichung, welcher nach W. Schmidt die Fraunhofer'schen Gläser folgen. Wenn dieses natürlich auch kein Beweis dafür ist, dass diese Glasarten mit den für sie angenommenen Brechungsverhältnissen wirklich existirt haben, so hätte man dieselben andererseits bei einem negativen Ausfall vorstehender Rechnung doch verwerfen müssen.

Die partiellen Dispersionsverhältnisse dieser beiden Glasarten sind bereits S. 88 gegeben, ebenso das nach Fraunhofer's Formel berechnete Verhältniss; es ergab sich zu 2,027. Berechnet man dasselbe Zerstreuungsverhältniss nach den Schmidt'schen Formeln und zwar für die der hellsten Stelle des Spectrums (D 30 E) entsprechende Wellenlänge ($l = 2101{,}15$ nach Angström), so wird:

$$\frac{dn'}{dn} = \frac{b' + 4c'l^{-3}}{b + 4c\,l^{-3}} = \frac{0{,}0330249}{0{,}0166103} = 1{,}9882.$$

Berechnet man dieses Verhältniss dagegen nach der Methode von Steinheil und Seidel, so findet sich:

dn'/dn nach D	genommen:	1,9867
„ „ E	„	2,0426
„ „ D30	„	2,0035.

Ermittelt man nun dasjenige Zerstreuungsverhältniss, für welches der Farbenfehler des Königsberger Heliometerobjectives gleich Null ist, so ergiebt sich durch eine einfache Rechnung ein Werth von **2,0114.**

Dieses Beispiel zeigt, dass die von Steinheil und Seidel durch ihre Methode sowie die von Scheibner nach den Schmidt'schen Formeln erlangte Uebereinstimmung des für das Fraunhofer'sche Crownglas No. 13 und Flintglas No. 30 berechneten Zerstreuungsverhältnisses mit dem von Fraunhofer empirisch als das beste befundenen nur zufällig war.

Eine Durchrechnung des Königsberger Heliometerobjectives mit den Glasarten Crown K und Flint K für einen in die Axe einfallenden Strahl ergiebt folgende Vereinigungs- und Brennweiten der verschiedenen Farben:

B	C	D	M	E	F	G	H
1128,669	1128,435	1127,799	1227,712	1127,754	1128,251	1130,326	1133,261
1132,424	1132,184	1131,544	1131,454	1131,490	1131,981	1134,048	1136,979

Die Abweichungen der Vereinigungsweiten der verschiedenfarbigen Strahlen von derjenigen für den Strahl M sind demgemäss:

B	C	D	M	E	F	G	H
+ 0,957	+ 0,723	+ 0,087	0,000	+ 0,042	+ 0,539	+ 2,614	+ 5,549

Die violetten Strahlen haben eine sehr starke Farbenabweichung, jedoch brauchte Fraunhofer diese nicht so sehr zu berücksichtigen, da sein Glas nicht rein weiss, sondern grüngelb war und deshalb die meisten der stärker brechbaren Strahlen absorbirte. Dieses mag denn auch der Grund sein, dass Fraunhofer, wie er selbst angiebt und wie auch das vorstehende Beispiel zu beweisen scheint, bei Berechnung seiner Objective stets ein kleineres Zerstreuungsverhältniss zu Grunde legte, als sich nach seiner Berechnung dieses Verhältnisses für dasselbe ergab.

Zur Prüfung der Richtigkeit des erlangten Resultates können einige Zahlen dienen, welche über andere Fraunhofer'sche Objective bekannt sind. Leider ist über dieselben ja verhältnissmässig wenig veröffentlicht worden; um so mehr Beachtung verdient das Vorhandene.

Zuerst kommt hier in Betracht eine Arbeit von C. Arnold über Fraunhofer'sche Objective[1]). Derselbe hatte sieben verschiedene Fraunhofer'sche Objective zur Verfügung, an welchen er die Krümmungsradien der Flächen, die Dicken der Linsen und die Brechungsverhältnisse mit möglichster Genauigkeit maass. Während eines dieser Objective ein sogenanntes „ineinandergepasstes“ war, stimmten bei den anderen sechs die Verhältnisse der Krümmungsradien vollständig miteinander überein, desgleichen die ermittelten Brechungsverhältnisse für die hellsten Strahlen, und Arnold fand, dass dieses dieselben waren, welche Fraunhofer selbst für seine Gläser Crown No. 9 und Flint No. 3 angegeben hatte. Er machte deshalb durch eines der Objective, welches er als „Typus Fraunhofer“ bezeichnete, eine Durchrechnung.

Die Maasse dieses Objectives waren:

$$\text{Crown:} \begin{cases} r_1 = +\,41{,}768 \\ r_2 = -\,16{,}643 \end{cases} \quad d_1 = 0{,}316$$
$$\Delta = 0$$
$$\text{Flint:} \begin{cases} r_3 = -\,16{,}970 \\ r_4 = -\,75{,}653 \end{cases} \quad d_2 = 0{,}243$$

Die Brennweite dieses Objectives war gemessen zu 60,880. Die Verhältnisse der Radien zu denen des Königsberger Heliometer-Objectives sind folgende:

r_1	r_2	r_3	r_4
2,0067	2,0054	2,0067	1,5508

Man sieht hieraus, dass die drei ersten Radien des Arnold'schen Objectives vollständig mit derjenigen des Königsberger Objectives übereinstimmen, nur der vierte Radius ist bedeutend flacher bei ersterem wegen des geringeren Zerstreuungsverhältnisses zwischen den Glasarten Crown No. 9 und Flint No. 3 (etwa 1,72).

Die von Arnold für sein Objectiv berechneten Vereinigungsweiten p fanden sich nun zu:

	C	D	M	E	F	G
p:	60,7387	60,7189	60,7175	60,7155	60,7243	60,8431
dp:	+ 0,0212	+ 0,0014	± 0,0000	− 0,0020	+ 0,0068	+ 0,1256

Der zweite Fall, welcher hier zur Vergleichung heranzuziehen wäre, ist der von G. Lorenzoni mitgetheilte[2]). Derselbe berechnete ein Fraunhofer'sches Objectiv aus den Glasarten Crown No. 13 und Flint No. 30. Das Zerstreuungsverhältniss dieser beiden Gläser ist nach der Fraunhofer'schen Formel ausgerechnet, wie bereits mitgetheilt, zu 2,012, während der als der beste für die Wirkung eines Objectives von Fraunhofer erkannte Werth 1,98 beträgt. Für diesen letzteren hob Lorenzoni die

[1]) Ueber die Theorie der achromatischen Objective, besonders der Fraunhofer'schen. Quedlinburg und Leipzig 1838. — [2]) *Astron. Nachr.* **78.** *S. 389 (1871).*

Farbenzerstreuung des von ihm berechneten Objectives, dessen Maasse er leider nicht mittheilt, und fand folgende Vereinigungsweiten für die Strahlen verschiedener Brechbarkeit:

	B	*C*	*D*	*M*	*E*	*b*	*F*	*f*
p:	1751,12	1750,92	1750,04	1750,00	1750,25	1750,43	1751,26	1753,75
dp:	+ 1,12	+ 0,92	+ 0,04	± 0,00	+ 0,25	+ 0,43	+ 1,26	+ 3,75

	H_γ	*G*	*h*	*H*
p:	1754,75	1755,06	1757,92	1760,19
dp:	+ 4,75	+ 5,06	+ 7,29	+ 10,19

Endlich wurden von H. C. Vogel[1]) die Brennpunkte eines Fraunhofer'schen Objectives von 243 *mm* Oeffnung und 4331 *mm* Brennweite für Strahlen verschiedener Brechbarkeit ermittelt. Die von ihm hierbei angewandte, sehr grosse Schärfe zulassende, Methode war folgende. Stellt man das Ocular so ein, dass das Bild eines Sternes möglichst klein erscheint und befestigt dann hinter dem Ocular einen Prismensatz mit gerader Durchsicht, so würde man ein vollkommen lineares Spectrum erhalten, wenn das Bild des Sternes wirklich ein Punkt wäre. In Folge der Unvollkommenheit der Achromasie des Objectives, schneiden sich bei bestimmter Einstellung des Oculars aber im Allgemeinen nur Strahlen von einer Brechbarkeit in einem Punkte, nur an der diesem Strahl entsprechenden Stelle ist das Spectrum linear, besitzt also eine Einschnürung, während es an den anderen Stellen verbreitert erscheint. Verschiebt man das Ocular mit dem Prismensatze in der optischen Axe des Fernrohres, so treten die Einschnürungen an anderen Stellen des Spectrums auf und man kann auf diese Weise die Unterschiede in den Vereinigungsweiten der verschiedenfarbigen Strahlen finden.

Die Resultate Vogel's sind folgende:

		C	*D*	*b*	*F*		(H_γ)	$h(H_\delta)$	*H*
λ:	690	656	590	517	486	459	434	410	397
dp:	− 0,8	− 1,3	− 2,8	− 1,2	± 0,0	+ 1,8	+ 4,0	+ 8,5	+ 15,7 *mm*

Bildet man des leichteren Vergleiches wegen die Werthe der Farbenzerstreuung für eine Brennweite $P = 1000$, d. h. also die Grössen $1000\ ^{dp}/_{p}$, so ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

Bezeichnung.	Wellenlänge.	Königsberg mit Cr. *K* und Fl. *K*.	Arnold.	Lorenzoni.	H. C. Vogel.
B	686	+ 0,85	—	+ 0,64	—
	690	—	—	—	+ 0,39
C	656	+ 0,64	+ 0,34	+ 0,52	+ 0,28
D	590	+ 0,08	+ 0,02	+ 0,02	— 0,07
M	569	0	0	0	0
E	526	+ 0,03	— 0,03	+ 0,15	—
b	517	—	—	+ 0,25	+ 0,30
F	486	+ 0,48	+ 0,11	+ 0,72	+ 0,58
	459	—	—	—	+ 0,99
f	447	—	—	+ 2,14	—
(H_γ)	434	—	—	+ 2,71	+ 1,50
G	430	+ 2,32	+ 2,06	+ 2,89	—
$h(H_\delta)$	410	—	—	+ 4,82	+ 2,54
H	397	+ 4,92	—	+ 5,82	+ 4,20

1) *Berl. Monatsber. 1880. S. 433. Carl's Rep. d. Phys. 1881 S. 1.*

Diese Zusammenstellung zeigt eine gute Uebereinstimmung in den vier Objectiven, so dass der Schluss jetzt wohl berechtigt erscheint, dass die Glasarten, aus welchen das Königsberger Heliometer-Objectiv wirklich besteht, in ihren Brechungsverhältnissen nicht wesentlich verschieden sind von den angenommenen beiden Gläsern Crown *K* und Flint *K*.

Mit den somit als der Wahrheit nahe kommend anzunehmenden Brechungsverhältnissen für die Glasarten Crown *K* und Flint *K* habe ich nun auch das von mir berechnete Gauss'sche Objectiv für die verschiedenfarbigen Axenstrahlen durchgerechnet und folgende Vereinigungsweiten *p* daraus gefunden:

B	*C*	*D*	*M*	*E*	*F*	*G*	*H*
1088,953	1088,649	1087,852	1087,715	1087,655	1088,074	1090,077	1093,037

Die Abweichungen in den Vereinigungsweiten für die verschiedenfarbigen Strahlen von derjenigen für den Strahl *M* sind demgemäss:

B	*C*	*D*	*M*	*E*	*F*	*G*	*H*
+ 1,238	+ 0,934	+ 0,137	± 0,000	− 0,060	+ 0,359	+ 2,362	+ 5,322

Auch hier ist ein Vergleich möglich mit einigen Objectiven derselben Construction.

C. A. Young befestigte ein Spectroskop an sein Teleskop mit dem Gauss'schen Objectiv von 138 *Zoll* Brennweite, brachte den zu beobachtenden Theil des Spectrums in die Mitte des Gesichtsfeldes und stellte die im Spectrum auftretenden, von Verunreinigungen der Spaltränder herrührenden Staublinien mit dem Beobachtungsrohre scharf ein; damit war also die Ebene des Spaltes eingestellt. Sodann richtete er das Teleskop so, dass der Rand des Sonnenbildes den Spalt des Spectroskopes rechtwinklig kreuzte; bewegte er dann das ganze Spectroskop in der Richtung der optischen Axe des Objectives, so konnte eine Stellung gefunden werden, in welcher der Rand des Sonnenspectrums vollkommen scharf im Ocular des Spectroskops gesehen wurde. In dieser Stellung fiel also augenscheinlich der Spalt in die Brennebene des Objectives für diejenigen Strahlen des Spectrums, welche in der Mitte des Gesichtsfeldes waren.

Young berichtet, dass auf diese Weise Beobachtungen von überraschender Genauigkeit möglich seien, indem die einzelnen Einstellungen kaum um einen halben Millimeter von einander abwichen. So konnten also die Unterschiede der Vereinigungsweiten für verschiedene Strahlen des Spectrums bestimmt werden; dieselben sind für das Gauss'sche Objectiv von Young:

	A	*B*	*C*	*D*			*b*		*F*		
λ:	760	686	656	589	559	532	518	496	486	453	
dp:	0,199	0,097	0,052	0,002	0,000	0,004	0,011	0,035	0,059	0,197	*Zoll*

	G	*h*	*H*	
λ:	430	410	397	
dp:	0,370	0,626	0,810	*Zoll.*

In Folge dieser Messungen von C. A. Young versuchte auch Oudemans, dieselben an seinem Objective Gauss'scher Construction auszuführen, bei welchen er allerdings, wie er mir gütigst mittheilte, nicht eine derartige Schärfe der Einstellung erzielte und zwar in Folge mangelhafter Montirung seines Spectroskopes. Seine Resultate sind nach brieflicher Mittheilung an mich:

	B	*D*	Grün	Weiter grün	*F*	*H*
dp:	+ 1,7	+ 1,9	+ 1,6	0,0	+ 1,4	+ 5,4 *mm*

Oudemans legte allerdings nicht viel Gewicht auf die Richtigkeit seiner Resultate, weil sie aus den ersten noch unvollkommenen Versuchen erhalten waren; die gegebenen Zahlen seien deshalb mit Vorsicht aufzunehmen.

Endlich habe ich für das Objectiv, welches Czapski berechnete, ausser den von ihm mir gütigst mitgetheilten Zahlen die Vereinigungsweiten der Axenstrahlen für die den Linien A und G entsprechenden Strahlen des Spectrums ausgerechnet; sie sind:

	A	C	D	F	G
p:	2087,28	2085,99	2085,51	2085,94	2088,30

Interpolirt man für den Strahl M einen Werth von $p = 2085{,}5$, was nicht so ganz unzutreffend sein wird, so erhält man als Werthe von dp:

A	C	D	M	F	G
+ 1,78	+ 0,49	+ 0,01	± 0,00	+ 0,44	+ 2,80

Für diese vier Objective, sämmtlich Gauss'scher Construction, sind die Werthe von $1000\ {}^{dp}/_{p}$, d. h. die Farbenzerstreuung für eine Brennweite = 1000, in folgender Tabelle zusammengestellt:

Bezeichnung.	Wellenlänge.	Krüss.	Young.	Oudemans.	Czapski.
A	760	—	+ 1,45	—	+ 0,87
B	686	+ 1,09	+ 0,69	0,00	—
C	656	+ 0,91	+ 0,37	—	+ 0,24
D	589	+ 0,12	+ 0,01	+ 0,01	0,00
M	569	0,00	0,00	0,00	0,00
	532	—	+ 0,03	—	—
E	527	— 0,05	—	—	—
b	518	—	+ 0,08	—	—
	496	—	+ 0,25	—	—
F	486	+ 0,32	+ 0,42	+ 0,42	+ 0,22
	453	—	+ 1,43	—	—
G	431	+ 2,09	+ 2,62	—	+ 1,38
h	410	—	+ 4,37	—	—
H	397	+ 4,70	+ 5,75	+ 1,60	—

Abgesehen von dem nur der Vollständigkeit halber mit angeführten Oudemans'schen Objective ist bei dem von Czapski aus Jenaer Glas berechneten das secundäre Spectrum bedeutend kleiner als bei den beiden anderen Objectiven.

Endlich seien zum Vergleich noch die entsprechenden Zahlen für vier weitere Objective gegeben: 1) Objectiv von Clark, im Jahre 1871 für das Aequatoreal des *Dartmouth College* angefertigt, von 9,36 *Zoll* Oeffnung und 12 *Fuss engl.* Brennweite. Dasselbe besteht nach der Littrow'schen Construction aus einer fast gleichseitig convexen Crownglaslinse und einer nahezu planconcaven Flintglaslinse. Dasselbe wurde in derselben Weise wie das Gauss'sche Objectiv durch C. A. Young auf secundäre Farben untersucht.

Die für die drei anderen Objective gegebenen Zahlen stammen von H. C. Vogel her und beziehen sich auf 2) ein Objectiv von Schröder von 298 *mm* Oeffnung und 5400 *mm* Brennweite, 3) eins von Grubb von 207 *mm* Oeffnung und 3160 *mm* Brennweite und 4) ein Steinheil'sches Objectiv von 135 *mm* Oeffnung und 2160 *mm* Brennweite.

Bezeichnung.	Wellenlänge.	Littrow.	Schröder.	Grubb.	Steinheil.
A	760	+ 1,72	—	—	—
B	686	+ 0,97	+ 0,80	+ 0,60	+ 0,51
C	656	+ 0,49	+ 0,59	+ 0,32	+ 0,28
	610	—	+ 0,19	+ 0,10	—
D	589	0,00	+ 0,15	—	0,00
	573	—	+ 0,04	0,00	—
M	569	0,00	0,00	0,00	0,00
	560	—	— 0,07	—	—
	556	—	— 0,15	—	—
	544	—	— 0,15	— 0,03	—
	532	+ 0,35	—	—	—
E	527	—	— 0,13	—	—
b	518	—	—	— 0,06	+ 0,09
	512	—	— 0,28	—	—
	500	—	— 0,04	—	—
	498	—	0,00	+ 0,26	—
F	486	+ 1,29	+ 0,15	+ 0,50	+ 0,51
	476	—	+ 0,54	—	—
	473	—	+ 0,52	+ 0,90	—
	459	—	+ 0,74	+ 1,24	— 0,05
	452	—	+ 0,72	—	—
	445	—	+ 1,13	+ 1,96	—
	434	+ 2,94	+ 1,67	+ 2,53	+ 1,90
h	410	+ 4,44	+ 3,30	+ 3,92	+ 3,66
H	397	+ 6,50	—	—	—

Zum Schlusse mag daran erinnert werden, dass von W. Schmidt[1]) und von Ch. S. Hastings[2]) mit Hilfe der bisher bekannten Glasarten dreitheilige Objective berechnet worden sind, welche ein äusserst geringes secundäres Spectrum haben. W. Schmidt benutzte dazu seine bereits mehrfach vorstehend mitgetheilte Formel, Hastings dagegen eine von ihm aufgestellte:

$$N = A + Bn + Cn^2.$$

Hierin bedeutete n den Brechungsexponenten für ein bestimmtes Glas (Feil Crown No. 1219), auf welchen Hastings durch seine Formel 18 andere Glasarten mit genügender Genauigkeit beziehen konnte. Die Zahlen für das secundäre Spectrum dieser Objective sind (in denselben Maassen, die bei den übrigen benutzt wurden):

	dp Hastings.				N. Schmidt.
	Merz Crown III „ Flint V Steinheil Flint II	Merz Crown III. „ „ V. Ditscheiner Flint.	Merz Crown IV. „ Flint V. Steinheil Fl. II.	Feil Crown 1214. „ Flint 1237. Fraunhof. Fl. 13.	Fraunhof. Cr. 13. „ Fl. 13. „ „ 23.
A	+ 0,02	—	0,00	—	—
B	— 0,51	— 0,11	— 0,32	0,00	— 0,17
C	+ 0,43	+ 1,02	+ 0,53	— 0,01	— 0,20
D	+ 0,26	+ 0,52	+ 0,05	— 0,01	— 0,07
E	— 0,08	— 0,58	— 0,07	+ 0,24	+ 0,22
F	— 0,12	— 0,49	— 0,01	— 0,01	— 0,17
G	+ 0,02	+ 0,30	0,00	— 0,01	— 0,48
H	—	—		—	+ 0,13

1) Die Brechung des Lichtes in Gläsern. Leipzig 1874, S. 106. — 2) *Sill. Journ.* **18.** *S. 429 (1879).*

Bei den beiden letzten Objectiven ist ein merkwürdiger Sprung von *D* zu *E* auffallend; Hastings ist der Meinung, dass derselbe erklärt werde durch einen Fehler in Fraunhofer's Angabe des Brechungsexponenten für den Strahl *E* in Bezug auf das Flintglas No. 13; dieser müsse um etwa 0,000030 kleiner sein, als Fraunhofer angegeben. Wegen dieses eigenthümlichen Umstandes erscheint es nicht angängig, hier den Werth für den mittleren Strahl *M* zwischen denjenigen für *D* und *E* zu interpoliren.

Es ist mir bis jetzt nicht bekannt geworden, ob und wo derartige Objective aus drei getrennt stehenden Linsen bisher ausgeführt worden sind.

Ueber eine neue Form von Photometern.

Von

Dr. W. Grosse in Vegesack (Bremen).

Im Aprilheft des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift habe ich in Kürze die Principien, welche den photometrischen Apparaten zu Grunde liegen, dargelegt und auf die wesentlichsten Punkte aufmerksam gemacht, die einer Verbesserung bedürftig sind. Die Polarisationsphotometer haben in der Praxis wenig Eingang gefunden, weil ihre Einrichtung zu complicirt und ihre Handhabung zu schwierig ist, während die fast allgemein im Gebrauch befindlichen Bunsen'schen Photometer Fehlerquellen enthalten, die theils auf dem zu Grunde liegenden einseitigen Rechnungsprincipe, theils auf der wechselnden Beleuchtungsstärke der zu vergleichenden Flächen, zum grössten Theil aber auf den Schwierigkeiten beruhen, allen theoretischen Anforderungen entsprechende Schirme zu erhalten und Licht verschiedener Färbung zu vergleichen. Das zu Grunde liegende Rechnungsprincip erfordert eine Verschiebung des Schirmes bei constanter Photometerlänge oder eine Verschiebung der einen Lichtquelle und des Schirmes bei wechselnder Photometerlänge. Ersteres hat den Nachtheil, dass das geforderte Optimum der Beleuchtungsstärke beider Flächen nicht innegehalten wird, die letztere Methode dagegen begiebt sich des Vortheils, die günstigste Photometerlänge[1]) zu benutzen. Die Theorie der Photometerschirme hat eine Reihe von Untersuchungen hervorgerufen, von denen diejenige L. Weber's[2]) die vollständigste und neueste sein dürfte. Darnach wird gefordert, dass der Schirm möglichst matt und undurchsichtig, der Fleck möglichst transparent und von geringster für die Beobachtungsrichtung in Betracht kommender Albedo sei. Das Compensationsphotometer von Krüss sucht die physiologische Unmöglichkeit, Licht verschiedener Färbung zu vergleichen, dadurch zu vermeiden, dass durch einen Spiegel Licht der Hauptquelle auf den von der Nebenquelle beleuchteten Schirm geworfen wird. Das Photometer ist theoretisch behandelt von Dr. K. Strecker[3]); die Anwendung desselben erfordert bei der Rechnung die Benutzung einer beigegebenen Tabelle und hat natürlich die unvermeidlichen Nachtheile des Bunsen'schen Photometers.

Ich bin nun durch eine längere Beschäftigung mit Polarisationsprismen zu dem Resultate gelangt, dass sich ein Polarisationsphotometer construiren lässt,

---

[1]) Dr. Strecker, Elektrotechn. Zeitschr. 1887. S. 17. — [2]) Ueber die Theorie des Bunsen'schen Photometers. Wied. Ann. **31.** S. 676. — [3]) Elektrotechn. Zeitschr. 1887. S. 305. Vgl. Hilfsbuch für die Elektrotechnik 1888. Bearbeitet und herausgegeben von Grawinkel und Strecker.

welches bedeutend einfacher in der Construction ist als die bisherigen Photometer mit Kalkspathprismen und dabei den Vortheil der Compensation in vollkommenerer und einfacherer Weise darbietet als das Krüss'sche. Im Folgenden soll die Theorie und Wirkungsweise dieses neuen Apparates, der von Dr. Krüss in Hamburg so ausgeführt wird, dass seine Verwendung mit oder ohne analysirendem Nicol, ferner mit einfacher oder doppelter Compensation möglich ist, erläutert werden. Eine eingehende Beschreibung des Photometers wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.

Von den bekannten Polarisationsphotometern ist in der technischen Praxis zu wiederholten Malen das Wild'sche[1]) in Anwendung gekommen. Der Kopf dieses Apparates (Fig. 1) enthält zwei Glasreflexionsprismen, um die von den beiden Lichtquellen stammenden Bilder zur unmittelbaren Berührung zu bringen. Natürlich wird eine schmale Region durch ein Diaphragma ausgeschnitten und benutzt. Dies Licht geht durch ein Polarisationsprisma p, welches drehbar ist und gegen ein im Ocular befindliches zweites festes Prisma q das Azimuth φ bildet. Zwischen diesen Prismen befindet sich ein Kalkspathrhomboeder R, mit parallelen Eintrittsflächen, durch welches die Bilder verdoppelt und so orientirt werden, dass das ausserordentliche Bild des einen Spaltes sich deckt mit dem ordentlichen des anderen. Es kommen also zwei senkrecht polarisirte, aus verschiedenen Lichtquellen stammende Bündel zur Deckung. Da nun nach dem Malus'schen Gesetze sich bei dieser Anordnung einerseits ein auf das Rhomboeder fallender Strahl in zwei der Intensität nach gleiche Strahlen theilt, andererseits gleiche Quantitäten senkrecht zu einander polarisirten Lichtes sich nach ihrer Mischung verhalten wie natürliches Licht, so wird man noch zwischen das Spathrhomboeder R und das Ocularnicol q ein Savart'sches Polariskop[2]) r einschalten und dann das drehbare Nicol p in dasjenige Azimuth bringen, bei welchem, durch das Ocular gesehen, die Merkmale des natürlichen Lichtes vorhanden sind; letztere charakterisiren sich aber durch das Verschwinden der durch das Polariskop veranlassten Interferenzfarben. Ist dieser Moment durch den Analysator q fixirt, so sind die zur Mischung gelangten Antheile der beiden Lichtbündel der Intensität nach gleich und mittels des Winkels φ der rechnerische Zusammenhang herzustellen.

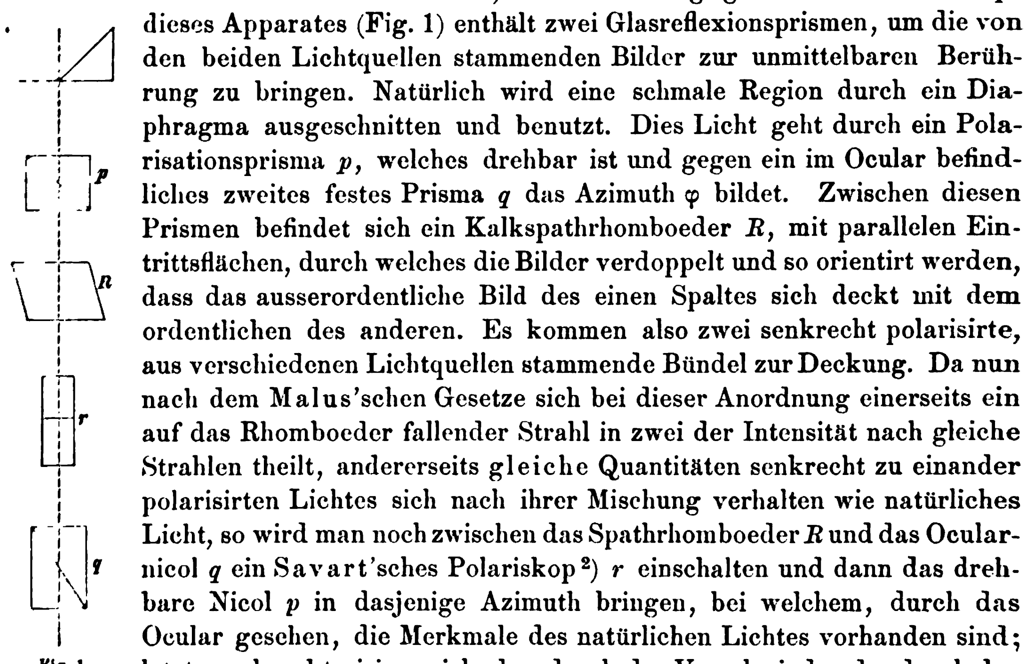


Fig. 1.

Die Mängel dieses Apparates beruhen erstens in der grossen Anzahl von Medien, welche das Licht passiren muss, dann in der geringen Breite der zur Mischung gelangenden Bündel, besonders aber in dem der Rechnung wesentlich zu Grunde liegenden Satze, dass ein Strahl beim Eintritt in den Kalkspath sich in zwei der Intensität nach gleiche Strahlen theile. Diese Annahme ist theoretisch, wie man durch Specialisirung der allgemeinen Neumann'schen Intensitätsformeln leicht ersehen kann, nicht richtig und praktisch erleidet sie nach Wild's[3]) eigener Angabe Abweichungen bis zu 5% beim Kalkspath. Da eine stete Controle dieser Abweichungen bei einem für die Praxis berechneten Apparate nicht wohl denkbar ist, so müssen wir auf die Anwendung dieses schon von Malus ausgesprochenen Principes verzichten.

[1]) Pogg. Ann. **118.** S. 193. (1863). — [2]) Dasselbe besteht aus zwei gekreuzten, unter 45° zur optischen Axe geschnittenen, 20 *mm* dicken Quarzplatten. Das sich bildende feine Streifensystem wird am Besten durch ein schwach vergrösserndes Fernrohr (Objectiv 33 *mm* Ocular 24 *mm* Brennweite) betrachtet. — [3]) Pogg. Ann. **118.** S. 193.

Da sich am Schlusse des ersten Theiles dieser Abhandlung eine Abbildung der von mir zu Grunde gelegten Prismencombination, welche die Nebeneinanderlagerung oder Mischung der Strahlenbündel bewirken soll, befindet, will ich in aller Kürze eine noch ältere Form des Wild'schen Photometers[1]) beschreiben, die zwar auf anderen Polarisationsprincipien beruht, aber in ganz ähnlicher Weise eine Mischung der Strahlenbündel erzielt. Die Bekanntschaft mit dieser Form wurde mir erst kürzlich durch die *Vorlesungen über theoretische Optik, gehalten an der Universität Königsberg von Professor Dr. F. Neumann, herausgegeben von Professor Dr. J. Dorn, S. 150* vermittelt. Hier wird nämlich (Fig. 2) das Licht der Quelle J' dadurch polarisirt, dass es zwei Sätze von Glasplatten D und G durchläuft, während das von J'' kommende Licht unter dem Brewster'schen Winkel an der Glasplatte G_1 reflectirt auf die letzte Platte des zweiten Glassatzes G so geworfen wird, dass beide Strahlen gemischt das in seiner Wirkungsweise bereits oben beschriebene Polariskop K und den Analysator T durchlaufen. Da die durch Reflexion und Brechung polarisirten Strahlen senkrecht zu einander polarisirt sind und die Intensität des von J' stammenden Lichtes durch Drehung des um eine horizontale Axe $A\alpha$ drehbaren ersten Glassatzes D rechnungsmässig regulirbar ist, so kann man gleiche Theile senkrecht zu einander polarisirten Lichtes erhalten und diesen Moment im Ocular durch K und T in derselben Art wie bei dem neueren Wild'schen Photometer fixiren. Der grosse Mangel dieses Apparates leuchtet ein; das Licht beider Quellen wird zu stark geschwächt, da die partielle Reflexion an und für sich schwach ist, die Brechung durch Glassätze aber ebenfalls starke Schwächungen verursacht. Ausserdem ist der auf theoretischen Grundlagen beruhende rechnungsmässige Zusammenhang für die Praxis nicht ganz einwandsfrei und daher unbrauchbar. Die reflectirte Lichtmenge beträgt für Glas nur 5 bis 10%, wie ich durch Versuche gefunden habe und wächst bekanntlich mit dem Brechungsquotienten der Substanz und dem Einfallswinkel, wie auch die theoretischen Ergebnisse lehren. In unserem Falle würden wir aber einer zweimaligen Reflexion bedürfen, wodurch sich der Lichtverlust noch potenzirt.

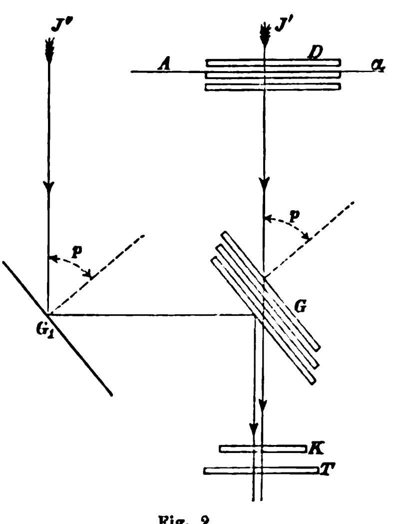


Fig. 2.

Es ist eine Reihe geschickt ersonnener und berechneter Zeichenprismen bekannt, mit Hilfe welcher das im Mikroskop gesehene Bild überdeckt wird von dem Bilde der sich auf der Papierebene bewegenden Spitze des Schreibstiftes. Als eine der einfachsten und optisch vollkommensten Formen bietet sich in dieser Hinsicht das Abbe'sche Zeichenprisma dar; dasselbe besteht aus einem Glasprisma von quadratischem Längsschnitt, welches in der Diagonale durchschnitten und hier durch eine Luftschicht getheilt ist, nachdem die Schnittfläche der vorderen Hälfte bis auf einen kleinen Kreis in der Mitte mit einer gut spiegelnden Schicht versehen wurde. Auf diese Fläche fällt von einem über der Zeichenebene senkrecht stehenden und zu ihr parallelen Spiegel Licht derart, dass in der Richtung

[1]) Pogg. Ann. **99.** S. 235. (1856).

der optischen Axe des Mikroskopes das Bild der Papierebene zugleich mit dem mikroskopischen Bilde gesehen wird; die schematische Figur 3 erläutert dies. Immerhin ist natürlich der Lichtverlust besonders für das von *Z* nach *O* gelangende Licht bedeutend, weil die Reflexionen keine totalen sind und gerade die Stelle der Schnittfläche, welche als Mitte des Gesichtsfeldes die intensivsten reflectirten Antheile geben sollte, nur sehr schwache liefert, da die spiegelnde Schicht hier unterbrochen ist. Das direct gesehene Bild *M O* aber wird durch die spiegelnde Schicht stark abgeblendet. Von einer Anwendung dieses Prismas für photometrische Zwecke kann daher keine Rede sein. Für sehr starke Lichtquellen wäre eine derartige Combination brauchbar, wenn man die spiegelnde Schicht fortliesse und sich an der Nebeneinanderlagerung bezw. Mischung der von der starken Lichtquelle *Z* partiell reflectirten Antheile mit der direct gesehenen Vergleichsquelle *M* genügen liesse.

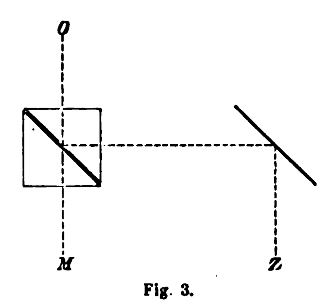


Fig. 3.

Die Verhältnisse werden offenbar günstiger sein, wenn man statt des Glases eine Substanz nimmt, innerhalb deren den Strahlen in verschiedenen Richtungen verschiedene Brechungsquotienten angehören, und zwar derart, dass der von *Z* kommende Strahl noch an der Schnittfläche des Prismas total reflectirt wird, während der von *M* unter demselben Winkel auf die andere Schnittfläche fallende noch durchgeht. Die Amalgamschicht wird dann fortfallen und die Dimensionen des Prismas können entsprechend kleiner sein, weil alle Stellen der Schnittflächen gleichwerthig sein würden.

Die in Figur 4 dargestellte Prismencombination aus Kalkspath besteht, wie bereits am Schlusse meines vorigen Aufsatzes gesagt wurde, aus einem Glan'schen und einem etwas modificirten Dove'schen Prisma [1]). Beide gehören zu denjenigen Formen, deren Zweck es ist, von den beiden durch Doppelbrechung entstandenen Strahlenbündeln das eine völlig aus dem Gesichtsfelde fortzuschaffen. Sie enthalten, mit alleiniger Ausnahme des Dove'schen Prismas, sämmtlich einen diagonalen Querschnitt, dessen Flächen durch eine Kittsubstanz oder eine Luftschicht getrennt sind. In beiden Fällen wird der ordentliche Strahl an der ersten Trennungsfläche total reflectirt; jedoch muss im ersteren Falle der Schnitt schiefer sein, wodurch die Prismen unverhältnissmässig lang werden, wenn auch der Vortheil eines grösseren Gesichtsfeldes den Nachtheil dieser Länge in den meisten Fällen wieder aufwiegt. Das verbreitetste, der ersten Art angehörige Prisma ist das vor etwa 50 Jahren von dem Engländer Nicol angegebene. Für photometrische Zwecke sind die sogenannten Luftprismen praktischer, besonders das von Glan [2]) angegebene. Der Winkel des Schnittes mit der Endfläche beträgt annähernd 40°. Die Hauptaxe liegt entweder parallel der Schnittfläche und senkrecht zur Einfallsebene oder in der Einfallsebene, senkrecht zu jener Richtung. Die Endflächen sind senkrecht zu den Seitenflächen.

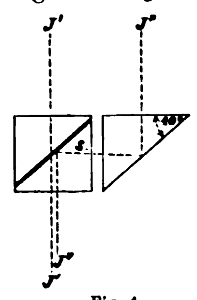


Fig. 4.

Um Interferenzen möglichst zu vermeiden, soll die Luftschicht 0,5 *mm* dick sein und in den Seitenflächen endigen, wodurch die Länge etwas grösser wird als die Breite, was sie ja theoretisch nicht sein würde. Das Gesichtsfeld beträgt

[1]) Vgl. „Ueber Polarisationsprismen". Clausthal, Grosse'sche Buchhandlung 1887. — [2]) Carl's Repert. **16.** S. 570. Pogg. Beibl. **5.** S. 51.

etwa 8°. Durch den Schnitt erfährt das Bild eine seitliche Versetzung, deren Grösse gleich

$$d \frac{\sin 40^\circ}{\cos [\text{arc}\ \omega \cos 40^\circ]} = 2\,d = 1\,mm$$

ist. (d bezeichnet die Dicke der Luftschicht und ω den Brechungsquotienten des ordentlichen Strahles). Die Seitenfläche s (Fig. 4) dieses Hauptprismas wird polirt, während die übrigen drei Seitenflächen natürlich geschwärzt werden. Das Nebenprisma ist ein rechtwinkeliges Kalkspathprisma, bei welchem die Hauptaxe eine noch näher zu definirende Lage hat und dessen Winkel 40° und 50° sind. Die erste Bedingung für dieses Prisma ist, dass es denselben Brechungsquotienten hat wie der ordentliche Strahl im Hauptprisma, damit nach zweimaliger totaler Reflexion an den Hypotenusenflächen das Lichtbündel wieder dieselbe Richtung habe. Da aber bei Anwendung von Glas, welches ja den Vorzug grösserer Billigkeit haben würde, dieser Exponent genau nur schwer erreichbar sein wird, und ausserdem bekanntlich die totale Reflexion bei Glas elliptische Polarisation des Lichtes verursacht, so ist ein Kalkspathprisma vorzuziehen, bei welchem die totale Reflexion, wie ich an anderer Stelle gezeigt habe, ohne jede Beeinflussung der Quantität und Qualität des Lichtes erfolgt. Jede Lichtwelle giebt zwei reflectirte Wellen, so dass im Allgemeinen jedem ordentlichen Strahl eine ordentliche und eine ausserordentliche reflectirte Welle, jedem ausserordentlichen aber ebenfalls zwei solche Wellen entsprechen. In besonderen Fällen, d. h. bei besonders ausgezeichneten Lagen der Hauptaxe können zwei dieser Wellen verschwinden. Es kann aber auch der Fall eintreten, dass eine ordentliche und eine ausserordentliche Welle nach der Reflexion sofort oder nach ihrem Austritt aus dem Prisma der Richtung nach zusammenfallen. Dann erhält man im ersten Falle circular oder elliptisch polarisirtes Licht, im zweiten Falle sieht man das bekannte Ringfigurensystem, welches eine Kalkspathplatte zeigt, sobald man durch ein vorgehaltenes Nicol'sches Prisma blickt. Dieser letztere Fall tritt beim Dove'schen[1]) Prisma ein, sobald das Licht senkrecht auf die der Hauptaxe parallele Kathetenfläche einfällt. Man hat also, da schon durch einmalige totale Reflexion vier Bilder eines leuchtenden Punktes entstehen können, bei der Wahl des Schnittes im Nebenprisma darauf zu achten, dass weder nach doppelter totaler Reflexion zwei Wellensysteme dieselbe Richtung wieder erhalten, noch auch bei einer der totalen Reflexionen die besonderen, eben geschilderten Vorgänge eintreten.

Ich habe mich dafür entschieden, die Hauptaxe in die Einfallsebene parallel der kürzeren Kathetenfläche zu legen[2]). Es werden dann die partiell reflectirten ausserordentlichen Wellen, sowie die nicht gewünschten Wellen des total reflectirten ordentlichen Strahles möglichst weit von der ordentlichen Welle des ordentlichen Strahles abgelenkt, und nach nochmaliger totaler Reflexion an der Schnittfläche des Hauptprismas besitzt man in der optischen Axe desselben ein in der Einfallsebene linear polarisirtes Strahlenbündel. Diese Lage der Hauptaxe im Nebenprisma bedingt dann die zweite Form des Glan'schen Prismas, da sonst die Strahlen beim Uebergange aus dem einen Prisma in das andere ihre Rollen vertauschen würden. Würde man die andere Form des Glan'schen Prismas wählen, so müsste auch im Nebenprisma die Hauptaxe senkrecht stehen auf der Einfallsebene. Diese Form giebt das interessante Resultat — da ja dann auch für die partiell reflectirte Hauptwelle

[1]) Vgl. diese Zeitschr. 1887. S. 138. — [2]) Den theoretischen Zusammenhang werde ich, da es hier zu weit abführen würde, an anderer Stelle geben.

des ausserordentlichen Strahles beide Prismen symmetrische Verhältnisse darbieten —, dass in Richtung der optischen Axe gemischt der zweimal total reflectirte ordentliche und der zweimal partiell reflectirte ausserordentliche Strahl auftreten. Analysirt man also dieses Licht, so tritt nie völlige Dunkelheit ein, sondern in den beiden Hauptstellungen des Nicol'schen Prismas hat man einmal nur die dem ordentlichen Strahle entsprechende Intensität, das andere Mal die dem ausserordentlichen Strahl zugehörige natürlich bedeutend schwächere Intensität. In den Zwischenstellungen sind beide gemischt, ohne elliptische oder circulare Polarisation zu zeigen, wie ich durch eine Untersuchung mit dem $\lambda/4$-Glimmerblättchen (nach Mach's[1]) Tabelle) constatirt habe. Da jedoch diese Combination die Bestimmung einer neuen Constante erfordert, habe ich die andere vorgezogen, bei der auch in einer Hauptstellung völlige Dunkelheit eintritt, wenn nur für paralleles Licht, sowie richtigen und guten Schliff der Prismen gesorgt wird. Die Forderung parallelen Lichtes bedingt die Anwendung nicht zu breiter Diaphragmen[2]).

Diese beiden Prismen bilden also den Hauptbestandtheil des Photometers, welches in einer Form verschiedene Anwendungen ermöglichen soll. Erstens ohne Analysator in ähnlicher Weise wie die gebräuchlichen Photometer, d. h. unter Vernachlässigung der durch die Polarisation ermöglichten rechnungsmässigen Grundlage; zweitens mit Analysator, unter alleiniger oder mit dem Entfernungsgesetz combinirter Anwendung des $\cos^2$-Gesetzes. Beide Fälle sollen ferner nach Belieben keine, einfache oder doppelte Compensation zulassen. Unter letzterer verstehe ich einen möglichst vollkommenen Farbenausgleich dadurch, dass nicht nur Licht der Hauptquelle mit dem der Nebenquelle gemischt wird, sondern auch ein Theil des Lichtes der Nebenquelle mit dem der Hauptquelle. Ausserdem wird sich das Photometer durch Einschaltung eines Polariskopes natürlich auch zur Beobachtung nach Wild'scher Methode eignen. Die Prismencombination dürfte auch in anderen Apparaten Anwendung finden, in denen die Nebeneinanderlagerung oder Mischung von Lichtbündeln behufs qualitativer oder quantitativer Vergleichung gewünscht wird.

Es würde nun eine Constante, nämlich das Verhältniss der durch die Prismen gegangenen Antheile, zu bestimmen sein, und es müsste ausserdem die Voraussetzung gemacht werden, dass der Kalkspath in allen Richtungen und für alle Farben gleiche absorbirende Kraft ausübt. Letzteres darf innerhalb der den praktischen Messungen zustehenden Genauigkeit angenommen werden und die Constante ist hinlänglich genau bestimmbar, wie noch gezeigt werden wird. Die in Fig. 5 dargestellte Anordnung hat den Vortheil, dass wir die bei photometrischen Messungen soviel Schwierigkeiten verursachende Farbenverschiedenheit compensiren, indem wir dem von dem Vergleichslicht kommenden Bündel das durch das Nebenprisma gegangene zweimal total reflectirte Bündel beimengen. Es bedeute $x < 1$ den Durchlässigkeitscoefficienten für diesen Weg, während 1 der für den anderen ist. Dann ist durch die Vergleichsquelle nur noch $J(1 - x)$ zu liefern, wenn J die Intensität der zu messenden Lichtquelle darstellt. Der Vortheil dieser Compensation ist schon anderweitig bei Gelegenheit der Beschreibung von Compensationsphotometern hervorgehoben worden;

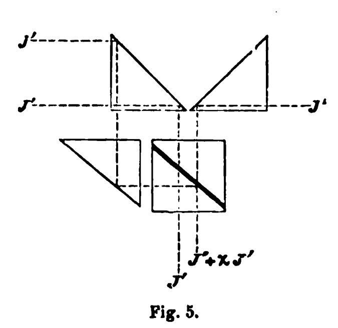


Fig. 5.

[1]) Vergl. Müller-Pouillet-Pfaundler's Physik. 1879. Bd. 2. 1. Abth. S. 620. — [2]) Dr. Krüss vermeidet dieselben in der Construction durch Vorlegung passender Glasprismen.

einerseits wird die Messung erleichtert dadurch, dass der Unterschied in der Färbung verringert wird, andererseits braucht man mit der Vergleichung nicht mehr die ganze Grösse J, sondern nur noch den Bruchtheil $J(1-\varkappa)$, etwa $\frac{1}{4}J$ zu messen, wodurch die Abstände der Lichtquellen vermindert werden, was von wesentlichem Nutzen sein kann.

Nennen wir J' und J'' die Lichtquellen, l_1 und l_2 ihre Abstände, so würde:

$$\frac{J'}{l_1^2}(1-\varkappa) = \frac{J''}{l_2^2}, \quad \text{also} \quad J' = J''\left(\frac{l_1^2}{l_2^2}\right)\frac{1}{1-\varkappa} \quad \text{werden.}$$

Abgesehen von den unvermeidlichen physiologischen Fehlern bei Beurtheilung der Farbengleichheit, wird hier nur eine hinlänglich genaue Bestimmung von $\varkappa$ verlangt, um brauchbare Resultate zu erhalten. Ist, wie oben angenommen und wie bei einem von mir untersuchten Apparate annähernd der Fall war, $\varkappa = \frac{3}{4}$, so ist $\frac{1}{1-\varkappa} = 4$. Ein Fehler von 1% in $\varkappa$, wird daher schon einen Fehler von 4% in $\frac{1}{1-\varkappa}$ hervorbringen. Daraus geht hervor, dass $\varkappa$ sehr genau bestimmt sein muss, etwa auf $\frac{1}{2}$% sicher. Wäre $\varkappa = \frac{1}{2}$, so wäre der Fehler unter den eben gemachten Voraussetzungen nur 2%. Es mag gleich bemerkt werden, dass die Grösse von $\varkappa$ durch Einschieben von Rauchgläsern beliebig regulirt werden kann. Die Vortheile aber, dass der procentische Fehler dann verringert wird, erscheint reichlich aufgewogen in dem Nachtheil, dass die Compensation unvollkommener und der durch J'' zu messende Antheil $J'(1-\varkappa)$ grösser wird. Der Werth $\varkappa = \frac{3}{4}$ scheint mir ein sehr günstiger zu sein, zumal da seine Bestimmung bis zu einer Genauigkeit von $\frac{1}{2}$% auf verschiedenen Wegen erreichbar ist.

Vor der Krüss-Wybauw'schen Methode hat meine Construction entschieden zunächst den Vortheil bedeutenderer Einfachheit, sowohl der rechnerischen, wie auch der constructiven Verhältnisse voraus[1]). Es kann indess für den Vergleich mancher Lichtquellen ein noch vollständigerer Ausgleich der Farbenunterschiede wünschenswerth sein. Dies lässt sich aber erreichen durch eine kleine Modification des Apparates, wenn man auf den Vortheil verzichten will, durch die Vergleichsquelle nur den Bruchtheil (1—$\varkappa$) der anderen Lichtquelle zu messen. Man entferne die beiden Glasprismen und ersetze sie durch zwei andere, deren Längendimensionen sich etwa wie 1 : 2 in der Weise, wie Fig. 6 es zeigt, verhalten. Diese Prismen werden nicht genau gleiche Absorptionen haben; voraussichtlich lässt das grössere (Messungen hierüber habe ich nicht angestellt) einen kleineren Antheil λ hindurch als das kleinere, dessen Antheil mit 1 bezeichnet werde. Man wird nun J'' auf das letztere wirken lassen und es ist:

Fig. 6.

$$\frac{\lambda J'}{l_1^2}(1-\varkappa) = \frac{J''}{l_2^2}(1-\varkappa) \quad \text{oder} \quad J' = J''\frac{l_1^2}{l_2^2}\frac{1}{\lambda}.$$

$\frac{1}{\lambda}$ wird sehr nahe $= 1$ sein und wenig Einfluss haben, falls hier, wie überhaupt dafür gesorgt ist, dass die Oberflächen sämmtlicher Prismen rein und staubfrei sind. Dr. Krüss vermeidet durch Benutzung zweier mit den kleineren identischen Glasprismen statt des einen grossen den Factor λ ganz. Ein grosser Vortheil ist der, dass die Bestimmung von $\varkappa$ überflüssig wird, da der Einfluss dieser Constante herausfällt. Der Umstand, dass die Mitten der Glasprismen nicht mehr

[1]) Strecker, das Compensationsphot. von Krüss. Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 305.

genau in der Verbindungslinie der Lichtquellen liegen, ist von geringem Einfluss, da die Dimensionen der Prismen im Vergleich zum Abstande von J' und J'' sehr gering sind. Der Fehler lässt sich aber vermeiden, wenn man die Theile so montirt, wie Schmidt & Haensch es beim Weber'schen Photometer gethan haben. Das grosse Glasprisma fällt dann ganz fort und das Licht von J' fällt direct auf.

(Schluss folgt.)

Nachtrag zu der Abhandlung: „Das Gesichtsfeld des Galilei'schen Fernrohres".

Von

Dr. S. Czapski in Jena.

Durch die Redaction werde ich darauf aufmerksam gemacht, dass die in meiner Mittheilung über das Gesichtsfeld des Galilei'schen Fernrohres erwähnte Abhandlung Lubimoff's nicht ganz so unbeachtet geblieben ist, wie ich vermuthet hatte. Das in meinem Besitz befindliche Exemplar der genannten Abhandlung enthielt keinerlei Angaben über den Namen oder Verlagsort der Zeitschrift, in welcher sie erschienen war, so dass mir ein Anhaltspunkt zu weiteren Nachforschungen fehlte. Im Uebrigen erhob ich ja auch keinerlei Prioritätsansprüche, sondern wollte nur auf einen — wie mir schien fast allgemein verbreiteten — Irrthum kurz hinweisen, nicht eine sachlich oder literarhistorisch erschöpfende Darstellung des Gegenstandes geben. Dies zu meiner Entschuldigung.

Die Redaction weist mich also darauf hin, dass die Abhandlung Lubimoff's: „Neue Theorie des Gesichtsfeldes u. s. w." ausser in *Pogg. Ann.* ***148.***, auch in *Carl's Repertorium* ***8.*** *S. 336* und im *Bulletin de Moscou* vom Jahre 1872, (aus welchem wahrscheinlich mein Exemplar stammt,) erschienen ist. Sie rief Erwiderungen von Bohn (*Carl's Repert.* ***9.*** *S. 97*) und Bredichin (*a. a. O. S. 108* und *Bull. de Moscou 1872 S. 380*) hervor, in denen theils der Einfluss der Pupillenweite des Beobachters auf das Sehfeld des Galilei'schen Fernrohrs hervorgehoben, theils literarhistorische Angaben über diesen Gegenstand erbracht, theils endlich die Grundauffassung Lubimoff's, die „Fenstertheorie" angegriffen wurde. Lubimoff begegnete diesen Einwänden nach meiner Ansicht erfolgreich in *Carl's Rep.* ***9.*** *S. 381* und in *Bull. de Moscou 1873 S. 165.* Die Gegenerwiderung hierauf von Bredichin im *Bull. de Moscou* habe ich mir nicht verschaffen können. Der Streit entbrannte noch einmal, zehn Jahre später, zwischen Pscheidl (*Carl's Repert.* ***18.*** *S. 686*) und Bohn (*Exner's Rep.* ***19.*** *S. 243*).

Mich hatte zur Veröffentlichung meiner kurzen Notiz der Umstand bewogen, dass auch in neuesten und wissenschaftlich hochstehenden Werken wie Heath's *Geometrical Optics* die alte, Euler'sche Theorie vorgetragen, oder wie in der letzten Auflage von Wüllner's *Lehrbuch der Experimentalphysik* (*1883*) die Lubimoff'sche Theorie, d. h. der Einfluss der Objectivöffnung auf das Gesichtsfeld sogar zurückgewiesen wird. Insofern konnte ich auch jetzt noch von einer Nichtbeachtung jener Theorie sprechen. Ich fand aber bei weiterem Suchen, dass in Mossotti's *Nuova teoria degli stromenti ottici, Pisa 1859 S. 55 und 87*, in Ferraris' *Fundamentaleigenschaften der dioptrischen Instrumente, übers. v. Lippich Leipzig 1879 S. 149* und in Billotti's *Teoria degli stromenti ottici Milano 1883 S. 137* auf die in Betracht kommenden Umstände ebenfalls in zutreffender Weise hingewiesen ist.

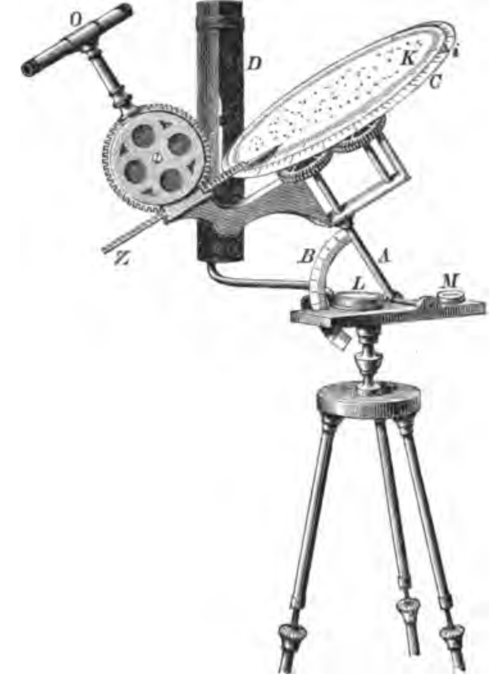
Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Populärer Führer durch den Fixsternhimmel.

Von **G. Vogtherr** in Bamberg.

Der von mir zunächst für Liebhaber der Astronomie construirte Apparat zur Orientirung an der Himmelskugel (vgl. *Humboldt, 5. Heft 9, diese Zeitschr. 1886 S. 361)* hat neuerdings eine wesentliche Umgestaltung erfahren. Statt des Globus benutze ich jetzt eine ebene Sternkarte und zwar eine solche, welche die Sternbilder so zeigt, wie wir sie sehen, d. h. von der Innenseite der Himmelskugel aus aufgenommen. Der Apparat hat in Folge dessen mannigfache Veränderungen erfahren, die aus der nachstehenden Figur und der Anweisung zum Gebrauche desselben leicht ersichtlich sind.

Der Apparat wird mittels des Gradbogens *B* für die geographische Breite des Beobachtungsortes eingestellt, so dass die Axe *A* der Weltaxe parallel steht, nachdem sie mit Hilfe eines Kompasses *M* mit entsprechender Markirung in die Meridianebene gebracht und der Apparat mittels der drei Stellschrauben am Stativ nach der Dosenlibelle *L* horizontirt ist.



Am Umfang der Sternkarte *K* sind die Daten der Beobachtungstage mit Berücksichtigung der wahren und mittleren Zeit verzeichnet. Ein Index *i* lässt sich auf jedes Datum der Karte einstellen und wird mit dieser gemeinsam gedreht, bis er an dem aussen liegenden, mit Stunden- und Minutentheilung versehenen Kreise *C* auf die Beobachtungszeit genau eingestellt ist. Bringt man nun die Spitze des Zeigers *Z* auf einen Punkt der Sternkarte, so steht der entsprechende Stern im Beobachtungsrohre *O* ein.

Das Fortschreiten der Zeit muss bei Benutzung des Apparates beachtet werden, indem die Marke *i* stets auf die augenblickliche Beobachtungszeit gebracht wird, wie überhaupt die wenigen hier gegebenen Vorschriften genau befolgt werden müssen. — Zur Beleuchtung dient eine Kerze *D*, welche mit Glascylinder umgeben ist. Dieselbe ist zur Hälfte bedeckt und der bedeckende Schirm drehbar, so dass man bei Beobachtung nach Bedürfniss mit der Beleuchtung wechseln kann. Die Karte lässt sich abnehmen, und der Apparat ist überhaupt leicht zerlegbar.

Die zu dem Apparate verwendeten Sternkarten müssen in stereographischer Polarprojection ausgeführt, und der Apparat muss nach dem Grössenverhältnisse der Karten construirt sein. — Unter Anderem kann auch die kleine Sternkarte von Dr. O. Schneider, *„Der Sternenhimmel zu jeder Stunde des Jahres“* verwendet werden, doch ist dieselbe wegen ihrer kleinen Zeittheilung bei künstlicher Beleuchtung schwierig einzustellen.

Stellt man den Zeiger *Z* mit Berücksichtigung des Datums auf die Mittagsstunde der Karte ein, so dass er genau die Linie der Ekliptik hier berührt, so giebt das Rohr *O* genau den Stand der Sonne an. Notizen über erscheinende Kometen, Stand von Planeten u. s. w. lassen sich auf der Kartenfläche leicht machen. Einfacher lässt sich der Apparat herstellen, wenn man eine Sternkarte construirt, die in ihrer Anordnung gleich der Zeichnung und der Theilung des Himmelsglobus ist; dieselbe kann ohne Uebersetzung von Zahnrädern gleich direct auf die Axe befestigt werden. Da jedoch auf einer solchen Karte die am Himmel rechts stehenden Sternbilder hier links verzeichnet sind, so ist die Benutzung derselben weniger übersichtlich.

Der Apparat wird sich ausser für Liebhaber der Astronomie, recht gut zu Unterrichtszwecken verwerthen lassen; er kann unter Umständen auch dem Astronomen von Nutzen sein, letzterem in den Fällen, wo der Anbruch der Dämmerung, z. B. beim Kometensuchen eine Orientirung nicht mehr erlaubt und auch ein Instrument nicht gleich oder wenigstens in unmittelbarer Nähe nicht zu Gebote steht.

Internationale Weltausstellung in Brüssel 1888.

Wir hatten bereits im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift, S. 406 und 442 mitgetheilt, dass die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik beschlossen habe, für eine allgemeine Betheiligung der deutschen Mechaniker an der diesjährigen Weltausstellung in Brüssel einzutreten. Die Verhandlungen der zu diesem Zwecke gewählten Kommission haben den Erfolg gehabt, dass bereits 50 namhafte Mechaniker, unter denen die ersten Firmen vertreten sind, ihre Betheiligung zugesagt haben. Die Kommission plant die Errichtung einer Kollectivausstellung der deutschen Mechanik, ohne dass jedoch die einzelnen Ausstellungsobjecte dem allgemeinen Wettbewerbe in ihren Gruppen entzogen werden. Diese Gesammtausstellung verspricht schon jetzt eine recht glänzende zu werden und es ist zu hoffen, dass sie durch weitere Anmeldungen sich noch vervollständigt, damit die hohe Bedeutung der deutschen Mechanik dem die Ausstellung besuchenden Fachpublikum recht sichtbar vor Augen geführt wird. Eine sachgemässe und kritische Besprechung der Ausstellung wird später in dieser Zeitschrift erscheinen. Der Anmeldungstermin ist bis zum 15. März verlängert. Anmeldungen werden an Herrn Kommercienrath P. Dörffel, Berlin NW., Unter den Linden 46, erbeten.

Fachausstellung für Luftschifffahrt.

In Wien wird vom 1. April d. J. neben der österreichischen Landes-Gewerbeausstellung eine Fachausstellung für Luftschifffahrt abgehalten werden, welche Alles zur Ausübung fachmännischer Luftschifffahrt Gehörige zur Anschauung bringen soll. Die Ausstellung wird u. A. enthalten: Maschinen und Hilfsapparate für das Ballonwesen, elektrische Lampen, Telephone und alle wissenschaftlichen Instrumente, welche in der Aëronautik Verwendung finden, z. B. alle meteorologischen Instrumente, Apparate zur Ballon-Photographie, u. dgl. m. Wir machen die Herren Mechaniker mit dem Bemerken auf die Ausstellung aufmerksam, dass Anmeldungen zu derselben schleunigst an Herrn Dr. Kronberg, Berlin SW., Wartenburgstr. 19, zu richten sind.

Referate.

Bemerkungen über Prof. Abbe's Abhandlung: Die Vergrösserung einer Linse oder eines Linsensystems.

Von R. Giltay. *Journ. R. Microsc. Soc. II. 5. 2. S. 960.*

Unter der Vergrösserung eines optischen Systems, welches zur subjectiven Beobachtung dient (Lupe, Mikroskop), versteht man gewöhnlich, ebenso wie bei Systemen, die zur Projection reeller Bilder dienen, das Verhältniss der linearen Grössen von Bild und Object. Das Bild ist dabei ein virtuelles. Da seine Grösse ganz wesentlich auch von seiner Lage zu den Fundamentalpunkten des Systems abhängt, die Definition der Vergrösserung aber auch eine Bestimmung und einen Vergleich der vergrössernden Kräfte verschiedener Systeme ermöglichen soll, so ist man übereingekommen, unter „Bild" dasjenige zu verstehen, welches in 25 *cm* vom Auge, in der sogenannten „deutlichen Sehweite" auftritt. Hiernach gewinnt es den Anschein, als sei die vergrössernde Wirkung eines optischen Systems ($N = l/f$) in Wahrheit von der Sehweite des beobachtenden Auges l abhängig. Thatsächlich ist dieses aber durchaus nicht der Fall. Die Theorie des Mikroskopes lehrt, dass derjenige Factor, auf den es beim Sehen und Unterscheiden von Detail in letzter Instanz ankommt: die Grösse des Netzhautbildes, welches durch die Hilfe des Systems im be-

obachtenden Auge entworfen wird, von der Accomodation (der Sehweite, Einstellung) so gut wie gänzlich unabhängig sei. Der Sehwinkel, unter dem das Bild dem Auge erscheint, ist *caeteris paribus* derselbe, bei Accomodation auf die Nähe wie auf beliebige Ferne.

Durch derartige Erwägungen geleitet, schlug Prof. Abbe vor[1]) die Vergrösserung eines optischen Systems — zumal wenn es zur subjectiven Beobachtung dient, wie Lupe und Mikroskop — strenger zu definiren als das Verhältniss jenes Sehwinkels (dieser gemessen durch seine trigonometrische Tangente) zur wirklichen linearen Grösse des Objectes $(C = {}^{tg\,w'}/_{h} = {}^{1}/_{f})$

Giltay, wiewohl in der Hauptsache mit Abbe übereinstimmend, tritt dennoch im Gegensatze zu ihm für die gewöhnliche Definition der Vergrösserung ein. Er stützt dieselbe vornehmlich dadurch, dass er dem Begriffe der „deutlichen Sehweite“ eine andere Bedeutung beilegt, als dies gewöhnlich geschieht, wodurch die Definition einen correcten Sinn erhält. Der wahre Werth der Vergrösserung ist nach Giltay allein das Verhältniss der Netzhautbilder, die von demselben Object entstehen, wenn man es einmal mit blossem Auge, dann durch das optische Hilfssystem betrachtet. Im letzteren Falle ist das Netzhautbild, wie schon erwähnt, von der Accomodation fast unabhängig — nicht aber im ersteren. Daher müsse eine Entfernung eingeführt werden, aus welcher man sich nicht das Sehen mit dem Apparat, sondern umgekehrt das Sehen mit blossem Auge geschehend zu denken hat, um eine eindeutige Definition der Vergrösserung zu erhalten.

Diese Entfernung — 25 *cm* — sei nicht die „Weite des deutlichen, oder deutlichsten Sehens“, denn deutlich sehe man in jeder Entfernung, auf die man überhaupt zu accomodiren vermag, sondern diese Entfernung sei eine solche, aus welcher die Mehrzahl der Menschen kleine Gegenstände zu betrachten pflege, bei welcher dieselben schon unter ziemlich grossem Gesichtswinkel erscheinen, aber doch längere Zeit ohne Ermüdung angesehen werden könnten. Im Uebrigen sei die Grösse 25 *cm* in der That eine conventionelle, also „willkürliche“, wie Abbe vorgeworfen hatte. — Giltay weist aber darauf hin, dass auch in der Abbe'schen Definition willkürliche Grössen vorhanden sind: der Maassstab für die lineare Grösse des Objects bezw. der Brennweite; dass ferner die Abbe'sche Definition $N = {}^{1}/_{f} = {}^{tg\,w'}/_{h}$ sich von der älteren $N = {}^{l}/_{f}$ überhaupt nur um einen constanten Factor unterscheide (l) und dass endlich die vorgeschlagene Definition zu abstract — nicht nur wie ihr Urheber selbst glaubte, scheine, sondern in der That — sei, während die übliche der Anschauung gut zu Hilfe komme. Das letztere will Ref. dem Verf. gern zugeben. Unter den praktischen Mikroskopikern für den gewöhnlichen Gebrauch die Abbe'sche Definition der Vergrösserung einzubürgern, scheint mir nicht nur aussichtslos, sondern in der That nicht einmal wünschenswerth. Hingegen für wissenschaftliche Zwecke bei theoretischen Discussionen, die auf die vergrössernde Kraft eines optischen Apparates Bezug haben, wird man die strengere Definition Abbe's wohl schätzen lernen. Auch in der Giltay'schen Auffassung ist die Vergrösserungsziffer eine subjective, giltig nur für ein Auge, welches beim directen Sehen Objecte in 25 *cm* Entfernung am Besten beobachtet, für ein anderes Sehvermögen aber eine andere. — Die Willkürlichkeit des Maassstabes aber, die Giltay gegen Abbe einwendet, kann als Argument gegen dessen Definition nicht wohl aufrecht erhalten werden; denn diese Willkürlichkeit wird von allen in sogenannten absoluten Einheiten ausgedrückten Grössen getheilt; man kann immer nur auf Grundeinheiten zurückgehn.

Der Aufsatz Giltay's enthält noch manche andere interessante Bemerkungen, wegen deren aber auf das Original verwiesen werden mag. *Cz.*

Neuer Apparat zum Messen und Analysiren von Gasen.

Von E. H. Keiser. *Chemical News.* **56.** *S. 30.*

Der Apparat, welcher das Volumen des Gases durch das Gewicht verdrängten Quecksilbers misst, besteht aus dem Messapparat und aus den Absorptionspipetten. Ersterer wird

[1]) Journ. R. Microsc. Soc. 1884 II. **4.** 1. S. 348.

durch zwei cylindrische Glasgefässe von ungefähr je 150 *ccm* Inhalt gebildet, welche am Boden durch ein 1 *mm* weites Rohr zu einem U-Rohr verbunden sind. In das Verbindungsrohr ist ein Dreiweghahn eingeschaltet, der entweder zum Ablassen des Quecksilbers aus einem der beiden Gefässe oder zur Verbindung beider dient. Das eine Gefäss, (es soll im Folgenden mit I bezeichnet werden,) verengt sich oben zu einem Tubus von 2 *cm* Oeffnung, der durch einen doppelt durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen wird. Durch eine Bohrung geht ein rechtwinklig gebogenes Glasrohr, das mit einer Kautschukpumpe verbunden wird, mittels welcher man Luft aussaugen oder einpressen kann. Durch die andere Bohrung ist ein Rohr gesteckt, das am Ende durch einen kurzen Kautschukschlauch mit Quetschhahn geschlossen ist. Das andere Gefäss (II) läuft oben in ein enges Glasrohr mit Dreiweghahn aus, welcher dasselbe entweder durch ein kurzes Rohr mit der äusseren Luft, oder mit einem U-förmigen, 1 *mm* weiten, auf der anderen Seite offenen Wassermanometer oder mit einem Rohre verbindet, an welches die Absorptionspipette angeschlossen werden kann. Beide Gefässe stehen in einer mit Wasser gefüllten Glasglocke; durch den Kautschukstopfen, welcher den unten befindlichen Tubus verschliesst, geht die Handhabe des die beiden Gefässe verbindenden Dreiweghahnes, in der sich der Abflusskanal für das Quecksilber befindet.

Die Absorptionspipette besteht aus zwei kugelförmigen Glasgefässen von 300 *ccm* Inhalt, die am Boden durch ein 3 *mm* weites Rohr verbunden sind. Das eine läuft oben in einen Zweiweghahn aus; von diesem führt ein Rohr aufwärts, auf welches ein Trichter gesetzt ist, während ein zweites seitwärts geht und zur Verbindung mit dem correspondirenden Rohre des Messapparates bestimmt ist. Durch den Hahn kann letzteres entweder mit dem Trichter oder mit dem kugelförmigen Gefässe verbunden werden. Das zweite kugelförmige Gefäss trägt oben ein Rohr, welches mit einer Kautschukpumpe verbunden wird. Sowohl der Messapparat als die Absorptionspipette sind an geeigneten Holzgestellen befestigt.

Das zu untersuchende Gas wird folgendermaassen eingefüllt. In den Messapparat wird durch den Tubus des Gefässes I reines Quecksilber eingegossen und dieses mittels der Kautschukpumpe nach II herübergetrieben. Der in I zurückbleibende Quecksilberüberschuss wird durch den Dreiweghahn abgelassen. Dann wird das aus II in die Luft führende Rohr mit dem zu untersuchenden Gase verbunden und durch Herstellung der Verbindung zwischen I und II das Gas eingesaugt. Steht das Quecksilber in beiden Gefässen gleich hoch und will man noch mehr Gas nach II bringen, so kann das durch Ansaugen mit der Kautschukpumpe geschehen. Dann wird die Verbindung von II mit dem Behälter für das zu untersuchende Gas unterbrochen. Nachdem das Gas in II die Temperatur des umgebenden Wassers angenommen hat, lässt man aus I Quecksilber in einen Becher ausfliessen, bis es in beiden Gefässen gleich hoch steht, dann wird die Verbindung zwischen II und dem Manometer und zwischen I und II hergestellt und mittels der an I angesetzten Kautschukpumpe der Druck des Gases genau dem der Atmosphäre gleichgemacht. Nun unterbricht man die Verbindung zwischen I und II wieder und lässt das in I gebliebene Quecksilber zu dem übrigen in den Becher abfliessen. Das Volumen des zur Wägung gelangenden Quecksilbers ist gleich dem des in II enthaltenen Gases bei dessen Druck und Temperatur. Um das Gas in die mit Quecksilber und dem absorbirenden Reagens gefüllte Absorptionspipette zu bringen, wird das Verbindungsrohr durch den Trichter mit Quecksilber gefüllt, in I Quecksilber gegossen und dann mittels der an I angesetzten Pumpe das Gas in die erste Kugel der Pipette hinübergetrieben. II ist jetzt mit Quecksilber ganz gefüllt. Nach der Absorption wird das Gas nach II zurückgetrieben, wobei das in dem Verbindungsrohre bleibende durch in den Trichter eingegossenes Quecksilber vollständig nach I übergeführt wird, und dann das Volumen wie früher gemessen.

Die Vorzüge des Apparates bestehen in der leichten Transportirbarkeit, in dem Fehlen graduirter Röhren, wodurch jede Calibrirung vermieden wird, und in der Einfachheit der Manipulationen. Der Verfasser schreibt seiner Methode dieselbe Genauigkeit zu, welche

die Bunsen'schen Methoden besitzen. Zum Beweis dafür hat er in II gemessene Gasvolumina in die nun mit Quecksilber gefüllte Absorptionspipette und dann wieder zurück gebracht und das Volumen vor und nach der Ueberführung in befriedigender Uebereinstimmung gefunden. Ferner hat er Luftanalysen ausgeführt und dabei den Sauerstoffgehalt um 0,1% schwankend gefunden, obwohl nach der ihm bei Abfassung seines Aufsatzes wahrscheinlich noch nicht bekannt gewordenen Abhandlung von Hempel (*Chem. Ber.* **20**, *S. 1864*) nicht mehr bezweifelt werden kann, dass dieser sich höchstens um wenige Hundertelprocente ändert. Die Zahlen Keiser's für den Sauerstoff sind zu niedrig, wahrscheinlich, weil er bei der Anwendung der Pyrogallussäure als Absorptionsmittel nicht mit der nöthigen Vorsicht vorgegangen ist; ein Urtheil über die mit seinem Apparat erreichbare Genauigkeit muss daher noch zurückgehalten werden. *Wgsch.*

Apparat zur Darstellung einfacher Schwingungen.

Von Dr. J. Bergmann. *Zeitschr. f. d. physik. u. chem. Unterricht.* **1.** *S. 25.*

Unter einfachen Schwingungen versteht Verf. „solche periodische Bewegungen „eines Punktes auf einer Geraden, dass seine Entfernung von einer bestimmten Gleich-„gewichtslage und auch seine Geschwindigkeit in jedem Augenblicke als eine Sinusfunction „der Zeit dargestellt werden kann. Schwingungen dieser Art spielen namentlich in der „Akustik und Optik eine wichtige Rolle“.

Der vom Verf. zur Darstellung und Erläuterung dieser einfachen Schwingungen construirte Apparat beruht auf folgender geometrischen Betrachtung: Auf der Peripherie eines Kreises bewege sich ein Punkt A mit constanter Geschwindigkeit; gleichzeitig mit ihm bewege sich ein zweiter Punkt B auf einem Durchmesser des Kreises in der Weise, dass B beständig die Projection von A auf den Durchmesser darstellt; der Punkt B führt dann einfache Schwingungen aus, deren Amplituden gleich dem Durchmesser sind.

Der Mechanismus des Apparates besteht im Wesentlichen aus zwei Theilen, einem Rade und einer Steuerung von besonderer Form. Das Rad ist an einer horizontalen Axe befestigt, die in eine Kurbel endigt, mittels deren das Rad gedreht werden kann. Die Steuerung besteht aus zwei zu einander senkrechten, geschlitzten Schienen, deren eine, verticale, ihrer ganzen Länge nach durchbrochen ist, während die andere, horizontale, aus zwei Hälften besteht, die durch die erstere völlig von einander getrennt sind und deren jede für sich ebenfalls der Länge nach durchbrochen ist. Auf der Peripherie des Rades und innerhalb der vertical stehenden geschlitzten Schiene ist ein Zapfen angebracht, der in eine kreisförmige Platte endigt. Wird nun das Rad gedreht, so bewegt sich dieser Zapfen innerhalb des verticalen Schlitzes der Steuerung und verschiebt diese gleichzeitig nach links oder rechts je nach dem Sinne der Drehung des Rades, wobei der horizontale Schlitz als Führung dient. Gleichzeitig verschiebt sich mit der Steuerung eine zweite kreisförmige Platte, die in der Kreuzung der beiden Schlitze auf einem Bügel derart angebracht ist, dass die auf der Peripherie des Rades angebrachte Platte unter dem Bügel hindurchgleiten kann. Der ganze Mechanismus ist in einem Gehäuse eingeschlossen, dessen Vorderseite derart durchbrochen ist, dass die der oben erwähnten geometrischen Betrachtung entsprechende Figur erscheint, also ein Kreis und in demselben ein dem horizontalen Schlitze der Steuerung correspondirender Durchmesser, durch deren Bohrungen die beiden Platten hindurch treten. Der Beobachter sieht also, wenn das Rad gedreht wird, die eine Platte die Peripherie des Kreises durchlaufen, während die andere in eine oscillirende Bewegung versetzt wird, welche sich auf dem Durchmesser vollzieht.

Der Apparat stellt danach die einfachen Schwingungen mit mathematischer Strenge dar. „Er kann ferner dazu dienen, die wichtige Proportion der gleichförmigen Kreisbewegung „auf den Durchmesser vor Augen zu führen, und unmittelbar veranschaulicht er den be-„kannten Satz, dass ein Punkt einen Halbkreis und seine Proportion auf den zugehörigen „Durchmesser diesen stets in derselben Zeit durchlaufen.“

Anknüpfend an die Beschreibung des Bergmann'schen Apparates theilt Prof. A. Handl

in Czernowitz im zweiten Hefte der obengenannten Zeitschrift S. 74 mit, dass er zur Darstellung einfacher Schwingungen seit längerer Zeit eine Vorrichtung benutzt, die von der Bergmann'schen nur in unwesentlichen Punkten abweicht; der wichtigste Unterschied, zugleich eine Vereinfachung, ist, dass er statt des Rades nur einen Arm benutzt, um die Steuerung hin- und herzuführen.

Endlich wird S. 75 desselben Heftes auf den von E. Mach in *Pogg. Ann.* ***129.*** *S. 464 (1866)* beschriebenen Apparat zur mechanischen und graphischen Darstellung einfacher Schwingungen als auf einen dem Bergmann'schen gleichfalls ähnlichen hingewiesen. „Mehrere Räder, deren Durchmesser sich z. B, wie 1 : $^1/_2$: $^1/_3$ verhalten, sind neben einander auf die Weise angeordnet, dass ihre Umfänge mit Kautschuk überzogen und an einander gepresst sind. Jedes Rad trägt einen Stift, der in den horizontalen Schlitz eines vertical beweglichen Schiebers eingreift. Die Bewegungen des Schiebers können durch Rollen und durch eine Schnur, die der Reihe nach über sämmtliche Rollen geführt ist, auf einen Schreibstift übertragen werden. Wird eines der Räder durch eine Kurbel in Umdrehung gesetzt, so kommen die anderen Räder zugleich in Bewegung und der Stift beschreibt auf einer passend angebrachten Platte eine Curve, welche einem Klange aus den drei ersten Partialtönen entspricht. Die Platte kann überdies durch einen Faden, der um den Umfang des grössten Rades geführt ist, gleichmässig unter dem Schreibstift fortgezogen werden, so dass man Lissajous'sche Figuren erhält, deren Art von der Zahl und den relativen Durchmessern der angewandten Räder abhängig ist.“ *W.*

Verbesserungen am Pritchard'schen Photometer.

Von E. J. Spitta. *The Observatory. 1887. S. 389.*

Die Helligkeitsbestimmung der Sterne mit Hilfe des Pritchard'schen Photometers beruht bekanntlich auf dem Princip der Auslöschung; ein Keil aus dunklem Glase wird vor dem Ocular oder in der Focalebene des Fernrohrs soweit verschoben, bis das Licht des Sternes verschwindet und aus der Dicke des Keiles an den beiden Stellen, wo für zwei mit einander zu vergleichende Sterne die Auslöschung stattfindet, ihr Helligkeitsunterschied bestimmt. (*Vgl. diese Zeitschr. 1882 S. 340, 1883 S. 321.*) Die Uebelstände, welche mit dem Gebrauch dieses im Uebrigen recht bequem zu handhabenden Instrumentes verbunden sind, bestehen hauptsächlich in der Schwierigkeit der Bestimmung des von der Grösse des Winkels und der Beschaffenheit des Glases abhängigen Absorptionscoefficienten, sowie in der Veränderung der Empfindlichkeit des Auges und in der Helligkeit des Himmelsgrundes.

Nicht auf diese principiellen, sondern nur auf einige kleine, in der Praxis sich bemerkbar machende Nachtheile des Instruments beziehen sich die vorliegenden Verbesserungsvorschläge des Verf. Zunächst sucht derselbe die von Prof. Young erwähnte Schwierigkeit, das Auge immer genau vor dem Ocular, nicht seitlich, zu halten, dadurch zu beseitigen, dass er einfach vor das Ocular noch ein kleines, vorn mit einem Diaphragma versehenes Rohr von 1 *cm* Länge schraubt, so dass die Stellung, welche das Auge einnehmen soll, durch die Verbindungslinie dieses Diaphragmas mit dem am Ocular selbst befindlichen bestimmt ist. Zugleich soll dadurch das sonst leicht vorkommende Anstossen der Nase an den Keil verhindert werden. Ferner ist dieser letztere mit der zur Feinbewegung dienenden Vorrichtung um ein Gelenk drehbar, so dass, falls der Stern während der Einstellung etwa durch eine plötzliche Unregelmässigkeit im Gange des mit dem Fernrohr verbundenen Uhrwerks verschwindet, man nicht den Keil zurückzudrehen braucht, sondern ihn, ohne die Einstellung zu stören, von dem Ocular ganz wegbewegen kann, um den Stern erst wieder in die Mitte des Gesichtsfeldes zu bringen.

Ausserdem hat Verf. noch ein *„occulting eyepiece“* am Photometer angebracht, d. i. eine in der Focalebene des Instrumentes befindliche, aus vier rechtwinklig gegen einander beweglichen Schiebern bestehende Blende, welche namentlich dazu dienen soll, das Licht in der Nähe stehender heller Sterne abzublenden oder auch den Einfluss solchen Nebenlichts auf die Messung zu bestimmen.

Zum Schluss macht Verf. noch darauf aufmerksam, dass zur Erzielung guter Resultate eine sehr lange Praxis in der Handhabung des Instrumentes erforderlich ist. Erst nach längerer Uebung wisse man den Moment zu treffen, wo man die Auslöschung anzunehmen habe; geschähe dies zu rasch, so sei die Retina noch von dem früheren Lichteindruck beeinflusst; andererseits müsse die Auslöschung aber erfolgen, bevor das Auge zu sehr ermüdet sei. *Kn.*

Ueber einen elektrischen Drehapparat.

Von E. Bichat. *Compt. Rend.* ***104.*** *S. 1786.*

Ein rechteckiger, länglicher, aus 2,5 *mm* starken Röhrchen gebildeter Rahmen, trägt mittels kurzer Stäbe, die senkrecht zu der Ebene des Rechtecks in den Endpunkten der verticalen Seiten angebracht sind, diesen parallel an jeder Längsseite je einen sehr dünnen Draht. Der Rahmen ist an einem Neusilberdraht von 0,2 *mm* Durchmesser isolirt aufgehängt, trägt unten einen Spiegel und unter diesem zwei in Schwefelsäure tauchende Glimmerflügel zur Dämpfung der Schwingungen. Das ganze System wird von einer abgeleiteten Blechhülle umgeben, so dass der Rahmen frei in derselben schwingen kann; die Klemme, welche die Aufhängungsvorrichtung hält, und der Aufhängungsdraht selbst sind ausserdem von einem Metallcylinder umhüllt. — Der Apparat, der das elektrische Flügelrad ersetzen soll, wird elektrisirt und mit einem Elektrometer verbunden. Zur Hervorbringung einer Bewegung des Rahmens ist ein bestimmtes „Anfangspotential“ erforderlich, und dieses ist ein anderes je nach der Stärke der oben erwähnten Drähte und je nach dem Vorzeichen der Elektricität, mit der die Drähte geladen werden. Bei Platindraht von 0,0501 *mm* Durchmesser beträgt z. B. das Anfangspotential 69,1 C.-G.-S. für positive, 63,2 für negative Ladung. Drähte von gleichem Durchmesser, aber verschiedenem Metall besitzen gleiches Anfangspotential; für Drähte aus demselben Metall nimmt das Anfangspotential ab, wenn der Durchmesser geringer wird. Ein besonders interessantes Resultat ergiebt sich übrigens bei der Erwärmung der Drähte. Leitet man durch dieselben einen Strom, der eine bedeutende Temperaturerhöhung hervorruft, so nimmt für positiveElektricität das Anfangspotential von 14° bis zur Weissgluth von 69,7 bis 4,3 ab; in der Rothgluth verschwindet der Unterschied für positive und negative Elektricität vollkommen. *B.*

Ein Taschengalvanometer.

Von Tanakadate. *Journal of the Science College Imp. Univ. Japan. 1887.* ***1.*** *S. 275.*

Ein mit seinen horizontal liegenden Schenkeln in einer Verticalebene aufgehängter Hufeisenmagnet oder ein Magnetstab, der am einen Ende eines Stabes in verticaler Lage befestigt wird, ist astatisch; dasselbe gilt von Systemen mit mehreren in der erwähnten Lage angeordneten Magneten. Das Taschengalvanometer unterscheidet sich von anderen Galvanometern dadurch, dass es keine Drahtbewickelung besitzt, sondern im Wesentlichen ein System astatischer Magnete trägt. Ein rechteckiges Brettchen, das in der Horizontalebene um eine durch seine Mitte gehende verticale Axe drehbar ist, trägt in den vier Ecken vier verticale nach derselben Seite gerichtete Magnetstäbchen, von denen je zwei an den kürzeren Seiten des Rechtecks gleich, denen an der entgegengesetzten Seite mit ihren Polen entgegengesetzt gerichtet sind. In der Längsrichtung des Brettchens wird der zu messende Strom zwischen den Magneten hindurchgeleitet; die dann erfolgende Drehung des Brettchens wird durch eine Torsionsfeder compensirt und an einer Skale abgelesen. — Eine Modification dieses Galvanometers enthält in bekannter Anordnung vier möglichst gleiche horizontale und einander parallele Magnete (in ihrer Lage den vier Kanten eines horizontal liegenden Prismas entsprechend), die an einem verticalen Rahmen befestigt sind, der sich um eine verticale Axe dreht; die Magnete sind von rechteckigen, flachen Spulen umgeben. Die Wirkung des Leiters auf die Magnetpole, ferner die zweckmässigsten Dimensionen zweier rechteckiger, vertical stehender Drahtgewinde, zwischen denen eine Magnetnadel drehbar ist, werden berechnet. *B.*

Ein neues Instrument zur Messung der Strahlung.

Von C. C. Hutchins. *Amer. Journ. of Science. III. **34**. S. 466.*

Es handelt sich um eine Verbesserung der gewöhnlich angewandten Thermosäulen, deren Angaben zu langsam von Statten gehen und bei welchen der Effect einer Temperaturänderung ebenfalls nicht schnell genug wieder verschwindet. In dem neuen Apparate wird die zu erwärmende Masse deshalb möglichst verringert, indem („unter Zuhilfenahme irgend einer Condensatorvorrichtung“) nur ein Thermoelement zur Anwendung gelangt, das durch hartes Verlöthen einer Uhrfeder mit einem Stückchen flach geschlagenen Kupferdrahtes hergestellt wird. Dieses Element, dessen Dimensionen 0,03 bei 1 bei 25 *mm* betragen, wird zwischen den Enden zweier Kupferdrähte ausgespannt und befindet sich mit der Löthstelle im Brennpunkte eines versilberten Glashohlspiegels; das Ganze ist in ein Hartgummirohr eingeschlossen.

Bei einem derartigen Instrumente von nur 8 *mm* Oeffnung wurde durch ein brennendes Zündholz in 2 *m* Entfernung die Nadel des Galvanometers derartig abgelenkt, dass sie an die Hemmung anschlug. *Sp.*

Ein empfindliches Thermometer für Vorlesungszwecke.

Von Young. *Chemical News. **56**. S. 261.*

Man denke sich ein gewöhnliches Thermometerrohr mit einem cylindrischem Gefässe derartig verschmolzen, dass das Rohr bis nahe auf den Boden des Gefässes hinabreicht. Wird in das offene Ende des Rohres Quecksilber eingefüllt, so bildet dasselbe vermöge des abgesperrten Luftquantums ein Luftthermometer, dessen Empfindlichkeit natürlich weit grösser ist als diejenige eines Quecksilberthermometers von derselben Form. Um die von der Einheit der Temperaturänderung hervorgerufene Indexbewegung noch mehr zu steigern, braucht man nur eine leichtere Flüssigkeit, z. B. Glycerin, anstatt des Quecksilbers zu benutzen. Kommt es nicht darauf an, eine äquidistante Skale zu erhalten, so kann man hierin noch weiter gehen, indem man eine verdampfende Flüssigkeit wählt. Verf. hat hierzu Aether genommen, welcher — um ihn für Demonstrationszwecke mit Anilin roth färben zu können — mit einer Spur absoluten Alkohols versetzt war. Das Steigen der Säule betrug

zwischen 0 und 1°: 40 *mm*
„ 9 „ 10°: 82 „ .

Das Instrument wurde benutzt, um die Erwärmung von Wasser zur Demonstration seines Dichtigkeitsmaximums (mit Hilfe eines sorgfältigst abgewogenen Schwimmers) einem grösseren Auditorium sichtbar zu machen. *Sp.*

Ueber eine bifilare Aufhängevorrichtung.

Von Dr. W. König. *Wied. Ann. **32**. S. 199.*

Bei einer Untersuchung über die Bestimmung von Reibungscoefficienten tropfbarer Flüssigkeiten mittels drehender Schwingungen bediente sich Dr. W. König, um die Schwingungsdauer einer bifilar aufgehängten Kugel ändern zu können, ohne die Kugel berühren oder abnehmen zu müssen, der nachfolgenden Vorrichtung.

Auf einem weiten, starkwandigen Glasrohre ist ein stark gearbeiteter Torsionskopf befestigt. In der Mitte der oberen Platte dieses Torsionskopfes befindet sich ein Schlitz, über dem zwei einander gegenüberstehende Schlitten mikrometrisch verschoben werden; an ihnen sind die Enden der Aufhängedrähte befestigt. Um die Schlitten bis nahe zur Berührung nähern zu können, trägt jeder derselben an seinem über dem Schlitz laufenden Ende eine aufrecht stehende Metallbacke, über deren oberen abgerundeten Rand der Draht gelegt wird, um dahinter dann einfach über einen auf dem Schlitten sitzenden Haken geschlungen zu werden; die genaue Mitte der Backen ist durch eine Einkerbung markirt, in welche der Draht hineingelegt wird. Um zu verhüten, dass die Drähte an den Wänden die Backen streifen, wenn der obere Fadenabstand geringer ist als der untere,

sind die beiden Backen unter denjenigen Punkten, von denen die Drähte herabhängen, zweckentsprechend ausgehöhlt. Die Trommeln der Mikrometerschrauben gestatten eine directe Ablesung der Schlittenverschiebung auf Hundertelmillimeter. Die Anbringung der Kugel am unteren Ende des Glasrohres kann hier übergangen werden.

Der Apparat ist vom Mechaniker C. Reichel in Berlin angefertigt. *W.*

Ueber die Messung hoher Potentiale mit dem Quadrantenelektrometer.

Von A. Voller. *Abhdlg. a. d. Geb. d. Naturw. Bd. X. 1887.*

Bei der Untersuchung der durch Reibung heterogener Körper erzeugten elektromotorischen Kraft gelangt der Verfasser unter Benutzung des Princips der Drehwaage bezw. des Quadrantenelektrometers zu einem neuen für die Messung sehr hoher Potentiale geeigneten Verfahren. Um das Quadrantenelektrometer für diese Messungen brauchbar zu machen, ist erforderlich: erstens eine Schaltung der messenden Theile (Nadel und Quadranten), die eine einfache mathematische Beziehung zwischen dem zu messenden Potential und der beobachteten Ablenkung liefert; zweitens eine Abänderung des Instrumentes, die eine Erweiterung der Potentialgrenzen gestattet, innerhalb deren eine genaue Messung möglich ist. Die zur Messung niedriger Potentiale gewöhnlich gebrauchten Schaltungsweisen, die von Hallwachs (*Wiedem. Ann. 29. S. 1.*) als Quadrantschaltung, Nadelschaltung und Doppelschaltung unterschieden worden sind, erwiesen sich für die Messung hoher Potentiale ungeeignet, und zwar die beiden ersten Schaltungen, weil in Folge der störenden Einwirkung der Influenz starker Ladungen ein einfacher Zusammenhang zwischen dem zu messenden Potential und der beobachteten Ablenkung nicht mehr besteht, und die letzte Schaltung, weil die anfangs eingetretene Ruhelage der Nadel sich stetig im Sinne einer Abnahme der Ladung ändert, eine Störung, die wahrscheinlich dem bedeutenden Zerstreuungsvermögen der mit hohem Potential geladenen Nadel zuzuschreiben ist. Der Verfasser benutzt daher eine neue Schaltung, die „Quadrantschaltung mit abgeleiteter Nadel“, bei der er zur Messung lediglich dasjenige Drehungsmoment benutzt, welches aus der Anziehung der Quadrantladung auf die durch Influenz in der zur Erde abgeleiteten Nadel entstandene Ladung von entgegengesetztem Vorzeichen resultirt. Der Theorie zufolge verhalten sich die Ablenkungen wie die Quadrate der Potentiale, und die vollkommene Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung lässt die Zweckmässigkeit der neuen Schaltung zur Messung hoher Potentiale (bei Anwendung von 1200 Pt-Zn-Wasser-Elementen etwa 1000 *Volt*) in durchaus befriedigender Weise erkennen. — Die Abänderung des Elektrometers, die eine Erweiterung der Potentialgrenzen gestattet, wurde durch die Anwendung einer mit einem System kleiner Magnete armirten Elektrometernadel und eines äusseren magnetischen Feldes von variabler Intensität, innerhalb dessen die armirte Elektrometernadel ihre Schwingungen ausführt, erreicht. Die magnetische Armatur der Nadel hat den Zweck, die zur Compensation der elektrischen Drehung der Nadel erforderliche Directionskraft zu erzeugen, während das variirbare magnetische Feld diese Directionskraft bis zu beträchtlicher Grösse zu steigern und dadurch das Messungsgebiet in demselben Maasse zu erweitern gestattet. Die Aenderung der Directionskraft mit der Aenderung der Intensität des magnetischen Feldes wird in bekannter Weise durch Beobachtung der Schwingungsdauer der magnetisch armirten Nadel bestimmt. Eine einfache Formel gestattet, die bei verschiedener Schwingungsdauer angestellten Beobachtungen zu combiniren und auch hier beweist die genaue Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung die Richtigkeit und Zweckmässigkeit der Methode.

B.

Thomson'sche Brücke zur Messung kleiner Widerstände.

Von Siemens & Halske. *Elektrotechn. Zeitschr. 8. S. 476.*

Die durch Beseitigung aller Uebergangswiderstände vorzugsweise ausgezeichnete Thomson'sche Methode zur Messung sehr kleiner Widerstände wird mit dieser neuen Form der Thomson'schen Doppelbrücke der Praxis in wünschenswerther Weise näher gebracht,

als es bisher der Fall war. Das Instrument gestattet Messungen im Bereich von 0,1 bis 0,000001 *Ohm*. Die eigentliche Messung wird wie bei dem Universalgalvanometer durch Verschieben eines Gleitcontactes bewerkstelligt, der gegen einen Palladiumdraht drückt. Der Letztere umspannt eine kreisförmige sorgfältigst graduirte Skale, deren genaue Ablesung durch einen Nonius noch vervollkommt wird. *B.*

Neu erschienene Bücher.

Lehrbuch der Elektricität und des Magnetismus. Von Mascart und Joubert. Autorisirte deutsche Uebersetzung von Dr. Leopold Levy. Zweiter Band. Verlag von Julius Springer. Berlin.

Der zweite Band des Lehrbuches von Mascart und Joubert, das wie das Maxwell'sche Buch im Geiste der von Faraday in die Wissenschaft eingeführten Anschauungsweise gehalten ist, beschäftigt sich ausschliesslich mit den Messungsmethoden und den dazu erforderlichen Instrumenten und behandelt den Gegenstand in anerkennenswerthester Weise. Das Maxwell'sche Lehrbuch, das bekanntlich zuerst die Faraday'schen Ideen vom Wesen der Elektricität streng mathematischer Behandlung unterwarf, ist in Folge der oft sehr schwierigen analystischen Entwickelungen einem Theil der Physiker schwer zugänglich, wenn sie sich nicht zu ganz besonderen mathematischen Specialstudien entschliessen wollen; für den Studirenden ist das Buch überhaupt nicht geschrieben, während das Lehrbuch von Mascart und Joubert nicht nur dem bereits gereiften, sondern ebenso dem werdenden Physiker zum grössten Vortheil gereichen wird. Das zu seinem Verständniss erforderliche mathematische Wissen ist bei Weitem nicht mit dem zu vergleichen, welches das Maxwell'sche Buch voraussetzt; die Beweise sind unbeschadet ihrer Strenge thunlichst vereinfacht und die abgeleiteten Sätze durch geeignete Beispiele und Anwendungen auf das Deutlichste veranschaulicht. — Der Umfang des neuen Bandes gestattet leider nicht auf die Einzelheiten näher einzugehen. Nachdem im ersten Theil allgemein die physikalischen Messmethoden auseinandergesetzt sind, werden im zweiten Theile die elektrischen, im dritten die magnetischen Messungen eingehend behandelt. Der vierte Theil enthält ausser einem Kapitel, in welchem die wichtigsten numerischen Constanten aus dem Gebiete der Elektricitätslehre unter Angabe der Autoren zusammengestellt sind, ein solches über die industriellen Anwendungen, in welchem Elektricitätsquellen und Elektromotoren insbesondere auf Leistung und Nutzeffect untersucht werden. — Der Uebersetzer hat sich durch seine mühevolle Arbeit ein besonderes Verdienst um die Bereicherung der physikalischen Literatur erworben und wird hoffentlich den Dank und die Anerkennung der Fachgenossen finden. *B.*

W. Lintern. The mineral Surveyor and valuers complete guide. 2. edition. London. M. 3,70.

E. de la Noë. Théorie géometrique du planimètre polaire à suspension indépendante, de Hohmann et Coradi, et du planimètre roulant de Coradi. Nancy. M. 0,80.

R. Assmann. Eine neue Methode zur Ermittelung der wahren Lufttemperatur. Mitth. d. Akademie. Berlin. M. 0,80.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 17. Januar 1888. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Prof. Dr. R. Weber sprach über Mühlenexplosionen, unter spezieller Bezugnahme auf die grosse vor einigen Monaten in Hameln erfolgte Explosion. Der Vortragende führte zunächst eine Anzahl interessanter Experimente über die Entzündlichkeit verschiedener Sorten von Mehlstaub, Schwefelpulver u. dgl. vor und schilderte dann die erwähnte Katastrophe. Den Heerd und die Ursache der Explosion sieht der Vortragende in dem

grossen Staubsammler der Hamelner Mühle, in den sich der gesammte Reinigungs- und Erdstaub ergoss und glaubt, dass Theilchen des letzteren, etwa kleine Quarzkörnchen, die sich entzündet hatten, die nächste Veranlassung der Katastrophe gewesen seien.

Sitzung vom 7. Februar 1888. Vorsitzender. Herr Stückrath.

Herr P. Herrmann gab eine anregende Uebersicht über das Wesen und die Methoden der Galvanotechnik. Zahlreiche Probestücke erläuterten den Vortrag. An denselben schloss sich eine Diskussion über eine Methode, mikroskopische Poren, z. B. bei feinen Gewichten, auf galvanotechnischem Wege auszufüllen. Leider musste constatirt werden, dass ein ausreichendes Mittel zu diesem Zwecke noch nicht existirt.

Herr B. Pensky machte einige technische Mittheilungen über die Construction einer Schraubenmutter, durch welche der in Folge von Abnutzung eintretende todte Gang fast vermieden wird, (vgl. S. 116 dieses Heftes), sowie über eine von Herrn Thate angewendete Cylinderklemmung, welche demnächst unter den Werkstattreferaten näher beschrieben werden soll. Herr Pensky ersucht um recht zahlreiche Mittheilung derartiger kleinerer Hilfseinrichtungen und giebt zu erwägen, dass solche Veröffentlichungen ihren Zweck auch dann erfüllen, wenn sie nur einem Theile der Leser damit etwas Neues bieten.

Hierauf sprach Herr H. Haensch über eine praktische Methode zur Herstellung von Cylindern. Dieselben werden erst an beiden Enden gepasst; die noch vorhandenen Unregelmässigkeiten werden dann mittels einer guten Planscheibe ermittelt und beseitigt.

Zur Erzielung einer tiefblauen Farbe auf Messing schlägt Herr Herrmann Kochen in Lösung von Bleizucker mit unterschwefligsaurem Natron vor; noch besser ist eine Auflösung von arseniger Säure in Cyankali, welche jedoch mit Lack überzogen werden muss. Für hartes Messing schlagen die Herren Pensky und Polack eine Lösung von kohlensaurem Kupfer in Ammoniak vor; das Mittel ist jedoch bei Rothguss nicht anwendbar.

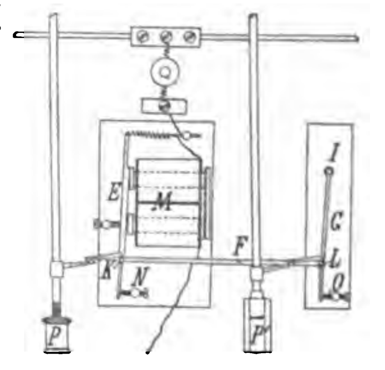
Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an Elektricitätszählern. Von H. Aron in Berlin. No. 40830 vom 3. October 1886.

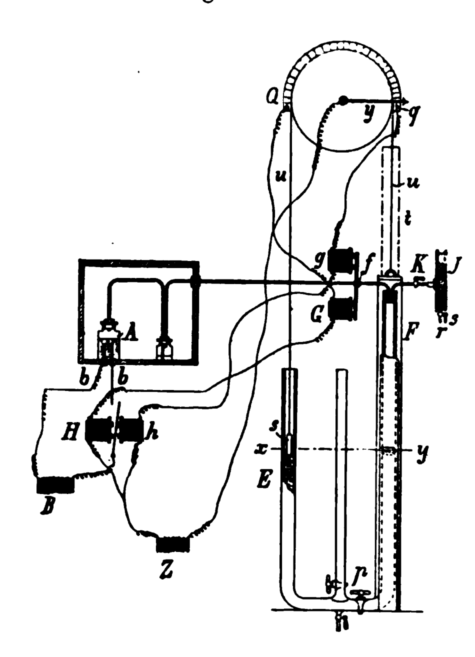
Diese Neuerungen beziehen sich auf den in der Patentschrift No. 32244 beschriebenen Elektricitätszähler, bei welchem zwei Uhrwerke auf ein gemeinsames Zählwerk wirken und das Pendel des einen Uhrwerks von dem zu messenden Strome beeinflusst wird. Die Erfindung betrifft eine Einrichtung, um die Pendel P P' der beiden Uhrwerke während der Zeit, dass kein Strom durch den Elektricitätszähler geht, anzuhalten und sie sofort und gleichzeitig auszulösen, sobald der Strom eintritt. Der Anker E eines Elektromagneten M trägt an seinem freien Ende einen bei K drehbaren Winkelhebel, dessen einer Arm hakenförmig gebogen ist, und dessen anderer Arm sich gegen eine Schraube N anlegt. Eine Stange F verbindet das Ende des Ankers E mit einer bei J aufgehängten Stange G, welche einen eben solchen bei L drehbaren und gegen Schraube O anliegenden Winkelhebel trägt. Die hakenförmigen Arme dieser Winkelhebel dienen zum Fangen der beiden Pendel, sowie der Elektromagnet M stromlos wird und seinen Anker E loslässt. Wird M magnetisch und also E angezogen, so werden die Pendel zunächst etwas angehoben, bis sich die Winkelhebel gegen ihre Schrauben N und O anlegen und in Folge dessen um K bezw. L drehen, wodurch ein Freigeben der Pendel bewirkt wird. Hierdurch wird erreicht, dass die Fallhöhe der Pendel beim Auslösen grösser ist, als beim Fangen derselben



Chlorknallgas-Photometer. Von J. E. Dessendier in Roonne (Frankreich). No. 40996 vom 16. November 1886.

Die Stärke der zu messenden Lichtquelle ist bei dem vorliegenden Photometer proportional der Zeitdauer, welche zur Absorption der Salzsäure in dem Rohr F nöthig ist. Die Fest-

stellung der Summe des zur Wirkung gelangten Lichtes geschieht durch Berechnung der erzeugten Salzsäure bezw. des consumirten Gemenges von Chlor und Wasserstoff. Bei Vornahme photometrischer Messungen muss zunächst im Rohr *F* eine Luftleere (mittels des Aspirators *J*) erzeugt und der Raum bis zur Niveaulinie mit dem Gemenge des normalen Gasgemisches angefüllt werden. Zu dem letzteren Zwecke wird nach erzeugter Luftleere der Hahn *p* des horizontalen Verbindungsrohres geschlossen, um die gehobene Flüssigkeitssäule auf der das Vacuum bestimmenden Höhe zu erhalten, hierauf der Hahn *s* des Abführungsrohres *r* des Aspirators *J* geöffnet und die Feder des Aspirators *J* arretirt, so dass letzterer nicht saugen kann. Hierauf wird die Entwickelung des Gases eingeleitet. Geht diese in richtiger Weise vor sich, so werden die Hähne *s* und *K* geschlossen, der Hahn *p* dagegen geöffnet. Das entwickelte und durch den Hahn *f* strömende Gas lässt dann die Flüssigkeitssäule in *F* allmälig sinken. Ist letztere auf die Niveaulinie *xy* (entsprechend der Nulllinie an der Skale) angekommen, so wird die Gaszuleitung unterbrochen. Die rechtzeitige Unterbrechung der Gaszuleitung mittels des Hahnes *f* wird automatisch in folgender Weise erreicht.



Zur Regulirung der Zuführung von Gasgemenge dient eine besondere Batterie *Z*. Diese tritt jedesmal in Thätigkeit, sobald der Zeiger einen der beiden Stifte *q* und *Q* berührt. Der eine Pol der Batterie *Z* steht mit den beiden Elektromagnetenpaaren *h* und *H* und *g* und *G* in Verbindung und führt zu den Stiften *q* und *Q*, während der andere direct mit dem Metallzeiger *y* verbunden ist. Je nachdem der Zeiger *y* einen der Stifte *q* oder *Q* berührt, wird der Strom der Batterie *Z* über *g* und *h* oder über *G* und *H* geschlossen und dadurch entweder der Hahn *f* geschlossen und Contact bei *b* unterbrochen oder Hahn *f* geöffnet und der Contact bei *b* hergestellt. Dadurch wird in letzterem Falle der elektrische Gasstrom angestellt, in ersterem Falle abgestellt. In dem Augenblick, wenn *Q* vom Zeiger *y* berührt wird (wenn also der Schieber *t* seine höchste Lage eingenommen hat), ist der Strom zwischen dem Elektromagneten *H*, dem Zeiger *y*, dem Elektromagneten *G* und der Batterie *Z* geschlossen, so dass durch *H* der Strom der Batterie *B* zum Gasgenerator *A* gelangt und mittels des Elektromagneten *G* der Hahn *f* geöffnet ist. In Folge dessen entwickelt sich in *A* Gas, das durch den geöffneten Hahn *f* in die Röhre *F* strömen kann. Berührt dagegen der Zeiger den Stift *q*, was dann eintritt, wenn die Röhre *F* vollkommen bis zur Niveaulinie mit Gas gefüllt ist, so kommen durch den Stromschluss *hgqyZh* die Elektromagnete *h* und *g* zur Wirkung; ersterer hebt die Verbindung der Batterie mit dem Gasgenerator auf, letzterer schliesst den Hahn *f*, so dass die Gaserzeugung vollkommen aufgehoben ist. Setzt man den Apparat dem Lichte aus, so durchdringt das letztere den Spalt im Schieber *t* und bildet aus den eingeleiteten Gasen Salzsäure, welche von dem Wasser absorbirt wird. Dadurch wird das Volumen des Gases in der Röhre *F* geringer, die Flüssigkeit in der Röhre *F* steigt in die Höhe, so dass der Flüssigkeitsspiegel im Rohr *E* und somit auch der Schwimmer *s* sinkt. Die Verbindung von *s* mit dem Schieber *t* durch den Faden *u* veranlasst dann, dass der letztere in die Höhe geht und somit stets neue Gasmengen der Lichtquelle aussetzt.

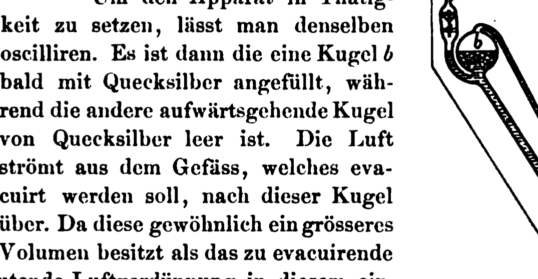


Das angegebene Photometer wird ein registrirendes wenn dasselbe mit der Trommel *M* verbunden wird, welche eine metallene, gegen die Rolle isolirte Verzahnung auf dem halben Umfange hat und mit abwechselnd leitenden und isolirten Zähnen in das Rad *C* greift. Zur Bewegung des Schreibstiftes *H* auf der Trommel *x* dient der aus dem Anker *D*, dem Elektromagneten *R*, der Ankerhemmung *W*, der Schraube *V* und dem Schreibstiftträger *N* bestehende Mechanismus.

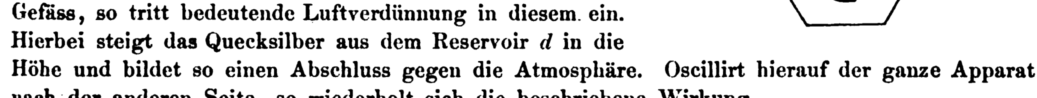
Universal-Bohrfutter. Von A. Heil in Brackwede i. W. No. 40698 vom 29. Januar 1887.

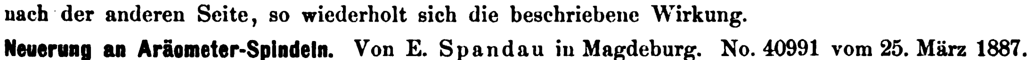
Die Hebelspannbacken *b* sind um Bolzen *a* drehbar und werden durch die Mutter *m* festgespannt und geöffnet.

Quecksilberluftpumpe. Von L. Pontallié in St. Malo, Frankreich. No. 41135 vom 7. Mai 1887.

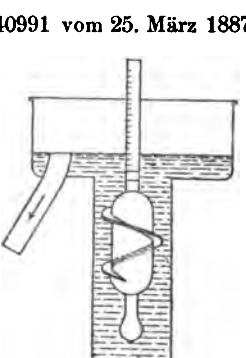


Um den Apparat in Thätigkeit zu setzen, lässt man denselben oscilliren. Es ist dann die eine Kugel *b* bald mit Quecksilber angefüllt, während die andere aufwärtsgehende Kugel von Quecksilber leer ist. Die Luft strömt aus dem Gefäss, welches evacuirt werden soll, nach dieser Kugel über. Da diese gewöhnlich ein grösseres Volumen besitzt als das zu evacuirende Gefäss, so tritt bedeutende Luftverdünnung in diesem ein. Hierbei steigt das Quecksilber aus dem Reservoir *d* in die Höhe und bildet so einen Abschluss gegen die Atmosphäre. Oscillirt hierauf der ganze Apparat nach der anderen Seite, so wiederholt sich die beschriebene Wirkung.





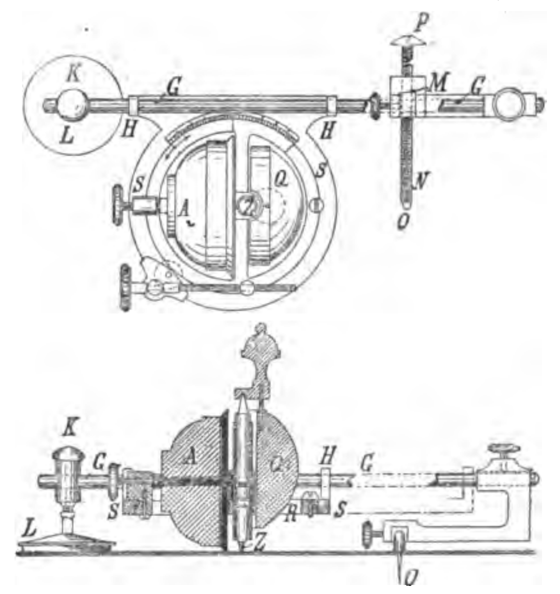
Neuerung an Aräometer-Spindeln. Von E. Spandau in Magdeburg. No. 40991 vom 25. März 1887.



Die Anordnung einer Schnecke im oberen Hohlkörper einer Aräometer-Spindel bewirkt, dass die Spindel in eine langsam drehende Bewegung versetzt wird. Es ist somit die continuirliche und augenblickliche Beobachtung der Dichte der durchpassirenden Flüssigkeit möglich, ohne dass eine Berührung der Aräometer-Spindel durch den controlirenden Beamten erforderlich ist.

Instrument zur Verzeichnung rechts- und linksläufiger Spiralen, sowie der zugehörigen Spiegelbilder. Von A. Hartung in Berlin. No. 40855 vom 5. Januar 1887.

Beim Gebrauch des Instrumentes stellt man das in Ring *S* verstellbare Laufrad *A* unter irgend einem Winkel zur Gleitstange *G* ein und bewegt den Führungsknopf *K* im Kreise um die Polspitze *O* herum. Das Rad kann in Folge seiner Winkelstellung der Kreisbewegung nicht folgen und gleitet, während es rollt, mit den Führungen *H* an der Gleitstange *G* entlang auf den Pol zu oder von ihm fort, je nach der Drehungsrichtung des Instrumentes und Neigungsrichtung des Rades. Verschiedene Winkelstellungen des Rades ergeben verschiedene Curven. *Z* ist der durch das Gewichtsstück *Q* auf die Zeichenfläche gedrückte Zeichenstift.

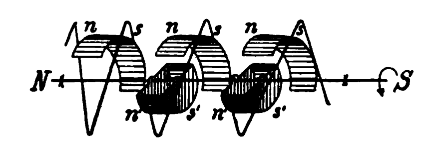


Die durch die Verstellbarkeit der Stange *N* gegebene Möglichkeit, die Polspitze in beliebigen Abstand von der Gleitstange bringen zu können (durch Drehung der als Schraube ausgebildeten Stange *N* in der Mutter *M*) erlaubt es, die Neigung des Laufrades zum Radius vector zu einer während des Zeichnens entweder constanten oder stetig sich ändernden zu machen. — Bei gleicher Entfernung der Mitte des Laufrades und der Polspitze von *G* bleibt der Neigungswinkel des Rades zum Radius vector constant; bei ungleicher Entfernung ändert sich, während das Rad an der Gleitstange entlang rückt, der Neigungswinkel. Man kann daher nicht nur Spiralen mit nach innen, sondern auch solche mit nach aussen sich stetig verengender Gangweite und Curven von gleicher Gangweite

erzeugen. Um zu einer gezeichneten Volute das genaue Spiegelbild derselben herzustellen, schlägt man das Laufrad *A* auf die andere Seite der Gleitstange hinüber und bringt durch Umlegen der Stange *N* die Polspitze in die der früheren entgegengesetzte Lage. Die Drehung des Instrumentes erfolgt dann in der entgegengesetzten Richtung von der, welche bei Verzeichnung der ersten Curve angewendet wurde.

Instrument zum Messen von elektrischen Spannungsdifferenzen und Stromstärken. Von Fa. Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. No. 40969 vom 18. März 1887.

Bei diesem Instrument wird die gegenseitige Wirkung mehrerer durch dasselbe Solenoid magnetisirter Eisenstücke benutzt. Um jedoch die störenden Wirkungen des remanenten Magnetismus bei schnell variirender Stromstärke und Spannung zu vermeiden, ist folgende Anordnung getroffen. Eine Anzahl Eisencylindersegmente mit möglichst kurzen magnetischen Axen ist innerhalb eines Solenoides *NS* so angeordnet, dass die Segmente *n s* feststehen und die dazwischen liegenden Segmente *s' n'* um eine mit Zeiger versehene Axe drehbar sind. Bei der Magnetisirung tritt eine Anziehung zwischen den festen und den drehbaren Segmenten und mithin eine Drehung der letzteren und des Zeigers ein.

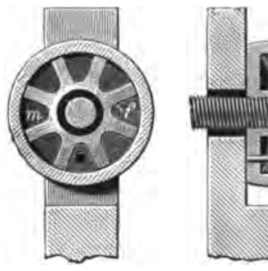


Für die Werkstatt.

Mutter ohne todten Gang.

Ref. bemerkte kürzlich an einem Kalibermaassstabe des Kgl. Feuerwerks-Laboratoriums zu Spandau eine eigenthümliche Einrichtung der zur mikrometrischen Verschiebung des Nonienschlittens dienenden Mutter, welche den Einfluss der Abnutzung auf Entstehung eines todten Ganges ganz erheblich vermindert. Die Anordnung erscheint demnach zu manchen anderweitigen Anwendungen sehr geeignet und ist leicht ausführbar.

Die Mutter *m* ist aus zwei Scheiben gebildet, welche concentrisch das Muttergewinde enthalten und gegen Verdrehung auf dem Gewindezapfen durch einen Passstift *s* gesichert werden, der in der einen Scheibe ganz fest sitzt, in die andere aber nur lose eingepasst ist. Beide Scheiben sind innen kapselförmig ausgedreht, so dass beim Zusammenlegen derselben ein ringförmiger Raum entsteht, welcher zur Aufnahme von zwei runden gewölbten Federn *f* aus Stahlblech dient, deren Ränder sternförmig ausgeschnitten sind. Diese Federn legen sich in der Mitte gegen einander und drücken mit den am Rande gebildeten Armen die beiden Mutterscheiben beständig gegen die Wände des Schlitzes, in welchem die aussen mit Korde versehene Mutter gedreht wird. Ist in dieser Lage der Mutterscheiben das Muttergewinde frei von todtem Gange — was übrigens durch eine kleine Verdrehung der Mutterscheiben gegen einander und nachträgliches Anbohren des oben erwähnten Passstiftes erreicht werden kann, falls der Gewindezapfen in den Muttertheilen etwas locker geht — so würde ein solcher auch durch die beim Gebrauch eintretende Abnutzung nicht entstehen, wenn letztere an den Mutteranlageflächen die gleiche Grösse hätte wie im Gewinde, denn in diesem Falle entfernen sich die beiden Theile des Muttergewindes um die Grösse der Abnutzung von einander und lassen mithin den todten Gang nicht eintreten. Im Allgemeinen wird die Abnutzung im Gewinde etwas grösser ausfallen als an den Anlageflächen und es wird mit der Zeit ein geringer todter Gang gleich der Differenz der beiden Abnutzungen eintreten. Bei einer gewöhnlichen Schraubenmutter bringt die Abnutzung einen todten Gang zu Stande, welcher gleich der Summe der Abnutzung der Anlageflächen und derjenigen im Gewinde ist, während schon bei der Herstellung ein geringer todter Gang sich kaum vermeiden lässt.





Es mag noch bemerkt werden, dass der von den sternförmigen Federn ausgeübte Druck stärker sein muss als der bei Benutzung der Schraube auszuübende Zug oder Druck. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Reg.-Rath Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **April 1888.** Viertes Heft.

Die sphärische Abweichung und deren Correction speciell bei Fernrohrobjectiven.[1]

Von

E. v. Hoegh in Stuttgart.

I.

Es ist eine in Fachkreisen längst bekannte Thatsache, dass die sphärische Abweichung in dioptrischen Systemen nur unvollkommen beseitigt ist, wenn der am Rande austretende Strahl nach der Brechung an der letzten Fläche mit dem Centralstrahle auf der optischen Axe zur Vereinigung gebracht ist.

Die Frage, mit welchem Zonenstrahle der Randstrahl zur Coincidenz gebracht werden muss, damit die Fläche des übrig bleibenden Abweichungskreises auf ein Minimum beschränkt, mithin die grösste Lichtconcentration erreicht wird, ist in neuerer Zeit mehrfach erörtert worden. Doch scheint mir mit den Vorschlägen und Betrachtungen über diesen Gegenstand, von denen wohl Scheibner's[2]) Untersuchungen besondere Beachtung verdienen, das Richtige und praktisch Verwerthbare nicht ganz getroffen zu sein. Die hierüber gehegten Zweifel, welche übrigens, wenn ich dies aus einigen mir kürzlich von Herrn Dr. Czapski gemachten Mittheilungen schliessen darf, auch von anderer Seite getheilt werden, veranlassten mich seiner Zeit zu einer etwas eingehenderen Untersuchung dieses ebenso wichtigen als für den Fachmann interessanten Problems. Da mich diese Arbeiten zu Resultaten geführt haben, welche von den bisher bekannt gegebenen wesentlich abweichen, so sei mir gestattet, hierauf an dieser Stelle zurückzukommen.

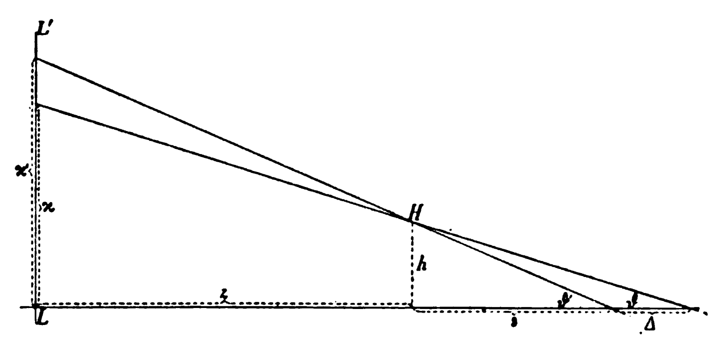


Fig. 1.

In nebenstehender Figur 1 sei $LL' = K$ die halbe Oeffnung eines Linsensystems in einem mit der Ebene des Papieres zusammenfallenden Axenschnitte. Die in unmittelbarer Nähe der Axe einfallenden sogenannten Centralstrahlen liefern von einem in unendlicher Entfernung vor

---

[1]) Die nachfolgende Untersuchung reiht sich ihrem Inhalte nach so eng an die in den vorigen Heften mitgetheilte Abhandlung des Herrn Dr. H. Krüss an, dass wir unseren Lesern einen Dienst zu erweisen glauben, wenn wir sie unmittelbar nach jener zum Abdruck bringen. D. Red. — [2]) Vergl. „Dioptrische Untersuchungen, insbesondere über das Hansen'sche Objectiv von W. Scheibner. Leipzig 1876.“

der Linse leuchtenden Punkte einen Bildpunkt in der Brennebene derselben und zwar auf der optischen Axe, wenn der leuchtende Punkt auf derselben liegt. Alle anderen in messbarem Abstande von dem Scheitelpunkte L das System durchdringenden, von demselben leuchtenden Punkte herrührenden Strahlen dagegen bringen mit ihren Nachbarstrahlen excentrische Bildpunkte hervor, welche je nach der Grösse der Einfallshöhe $\varkappa$ in verschiedenen Abständen h von der Axe und in verschiedenen Entfernungen z von der letzten brechenden Fläche zu Stande kommen, so dass von dem leuchtenden Punkte nicht wieder ein Bildpunkt, sondern in diesem Sinne eine leuchtende, stetig fortschreitende krumme Linie abgebildet wird, welche je nach Gestalt und Eigenschaft der Linsencombination die verschiedenartigsten Curven beschreiben kann und stets ihren Anfang mit dem durch die Centralstrahlen, ihr Ende mit dem durch die Randstrahlen markirten Punkte nimmt. Es seien weiter in unserer Figur $\varkappa$ und $\varkappa'$ zwei beliebig gewählte Einfallshöhen, denen die Vereinigungsweiten $^1/_\alpha$ und $^1/_{\alpha'}$ der in diesen Höhen austretenden Zonenstrahlen entsprechen mögen; letztere werden sich in einem Punkte H schneiden, dessen Abstand h von der Axe sich mit Hilfe der Beziehungen

$$1) \quad \operatorname{tg}\vartheta = \varkappa\alpha = \frac{h}{s+\Delta}$$

$$\operatorname{tg}\vartheta' = \varkappa'\alpha' = \frac{h}{s}$$

leicht bestimmen lässt. Man findet ohne Schwierigkeit:

$$2) \quad h = \frac{\varkappa\varkappa'(\alpha-\alpha')}{\varkappa\alpha-\varkappa'\alpha'}\,.$$

Die reciproke Vereinigungsweite der ein System von Linsen durchdringenden Strahlen lässt sich bekanntlich durch eine nach Potenzen des Quadrates der Einfallshöhe fortschreitende, meist stark convergirende Reihe ausdrücken. Wir wollen vorläufig nur die drei ersten Glieder dieser Reihe berücksichtigen und schreiben daher mit Vernachlässigung von $\varkappa^6$:

$$\alpha = A + B\varkappa^2 + C\varkappa^4 \ldots$$

$$\alpha' = A + B\varkappa'^2 + C\varkappa'^4 \ldots$$

Hiermit folgt zunächst:

$$\alpha - \alpha' = (\varkappa-\varkappa')\,[B(\varkappa+\varkappa') + C(\varkappa^2+\varkappa'^2)(\varkappa+\varkappa')],$$

$$\varkappa\alpha - \varkappa'\alpha' = (\varkappa-\varkappa')\,[A + B(\varkappa^2+\varkappa\varkappa'+\varkappa'^2) + C(\varkappa^4+\varkappa^3\varkappa'+\varkappa^2\varkappa'^2+\varkappa\varkappa'^3+\varkappa'^4)].$$

Der Axenabstand der excentrischen Bildpunkte ist somit bestimmt durch den Ausdruck:

$$3) \quad h = \frac{\varkappa\varkappa'(\varkappa+\varkappa')\,[B + C(\varkappa^2+\varkappa'^2)]}{A + B(\varkappa^2+\varkappa\varkappa'+\varkappa'^2) + C(\varkappa^4+\varkappa^3\varkappa'+\varkappa^2\varkappa'^2+\varkappa\varkappa'^3+\varkappa'^4)},$$

welcher, wenn $\varkappa$ mit $\varkappa'$ zusammenfällt, übergeht in

$$4) \quad h = \frac{2\varkappa^3(B+2C\varkappa^2)}{A+3B\varkappa^2+5C\varkappa^4},$$

womit für jede Einfallshöhe der Axenabstand der correspondirenden Bildpunkte, welche auf der Netzhaut des Auges den Eindruck wirklich leuchtender Punkte hervorrufen, gegeben ist.

Auch für die in der Axe gemessenen Entfernungen z dieser Punkte von der letzten brechenden Fläche gelten einfache Beziehungen. Gleichung 1) ergiebt ohne Schwierigkeit:

$$\Delta + s = \frac{h}{\varkappa\alpha} = \frac{\varkappa'(\alpha-\alpha')}{\alpha(\varkappa\alpha-\varkappa'\alpha')},$$

und für $x = x'$, wie oben:

$$\Delta + s = \frac{2\,x^2\,(B + 2\,C x^2)}{(A + B x^2 + C x^4)\,(A + 3\,B x^2 + 5\,C x^4)}\,.$$

Hiermit findet sich nun leicht der einfache Ausdruck:

$$5) \,\ldots\ldots\ldots\, z = \frac{1}{\alpha} - (\Delta + s) = \frac{1}{A + 3\,B x^2 + 5\,C x^4}\,.$$

Da die Coefficienten A, B, C constante Grössen sind, welche sich mit Hilfe der Analysis für jede Linse und Linsencombination aus der Form und Substanz derselben ohne Schwierigkeit bis zu einem beliebigen Grade von Genauigkeit bestimmen lassen, so könnte man in jedem Falle die Abweichungscurve leicht in der Weise graphisch construiren, dass man für eine Anzahl gleichmässig zunehmender Werthe von x die Grössen

$$6) \,\ldots\ldots\, \left(z - \frac{1}{A}\right) = -\frac{x^2}{A^2}\left[3\,B - x^2\left(\frac{9\,B^2}{A} - 5\,C\right)\right]$$

als Abscissen und die entsprechenden Werthe von h aus Gleichung 4) als Ordinaten in einem rechtwinkligen Coordinatensystem aufträgt. Ist in den Gleichungen 4) und 6) B von der Ordnung K^2, was für sphärisch corrigirte Systeme allgemein zutrifft, so wird h von der Ordnung K^3 und $(z - {}^1\!/_A)$ von der Ordnung K^4 sein. Unter dieser Voraussetzung können wir daher auch schreiben:

$$4a) \,\ldots\ldots\ldots\ldots\, h = \frac{2\,x^3}{A}\left(B + 2\,C x^2\right),$$

$$6a) \,\ldots\ldots\ldots\, \left(z - \frac{1}{A}\right) = -\frac{x^2}{A^2}\left(3\,B + 5\,C\,x^2\right).$$

Die hier gefundenen Gleichungen geben uns ein sehr geeignetes Mittel in die Hand, uns von dem stets übrigbleibenden Reste sphärischer Abweichung bei Fernrohrobjectiven eine klare Vorstellung zu machen, so wie auch die Grundsätze kennen zu lernen, nach welchen ein Fernrohr construirt werden muss, damit die günstigste Correction der sphärischen Abweichung erzielt wird.

Bevor wir uns jedoch hierzu wenden, wollen wir noch einige von Scheibner in seinem oben citirten Werke eingeführte Bezeichnungen, welche unsere Betrachtungen erheblich vereinfachen werden, zu Hilfe nehmen.

Soll einem Fernrohrobjective die Eigenschaft beigelegt werden, dass die den Werthen $x = \lambda K$ und $x' = \lambda' K$ entsprechenden Strahlen sich nach der Brechung in der gleichen Entfernung ${}^1\!/_a$ von der letzten Fläche des Systems auf der Axe schneiden, so würde zunächst den Gleichungen

$$a = A + B\lambda^2\,K^2 + C\lambda^4\,K^4\,\ldots$$
$$a = A + B\lambda'^2 K^2 + C\lambda'^4 K^4\,\ldots$$

zu genügen sein.

Wir wollen hiervon nur eine beibehalten und als zweite Gleichung die sich aus beiden ergebende Differenzengleichung hinzufügen. Die Differenz beider Ausdrücke ergiebt:

$$0 = B\,(\lambda^2 - \lambda'^2)\,K^2 + C\,(\lambda^4 - \lambda'^4)\,K^4 = B + C\,(\lambda^2 + \lambda'^2)\,K^2\,.$$

Führen wir den hier für B gefundenen Werth $= -\,C\,(\lambda^2 + \lambda'^2)\,K^2$ in eine der beiden Hauptgleichungen für a ein, so nimmt dieselbe die vereinfachte Form an:

$$a = A - C\,K^4\,\lambda^2\,\lambda'^2\,.$$

Die geforderte Coincidenz beider Zonenstrahlen involvirt daher die Erfüllung der Gleichungen:

$$7) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad B = -C\mu^2 K^2$$
$$A = a + C\nu^2 K^4,$$

wo $\lambda^2 + \lambda'^2 = \mu^2$, $\lambda^2 \lambda'^2 = \nu^2$ gesetzt ist.

Führen wir nun die hier für A und B gefundenen Werthe in unsere Gleichungen für h und z ein, so erhalten wir zunächst:

$$8) \ldots\ldots\ldots \quad h = \frac{2C}{a} \varkappa^3 [2\varkappa^2 - \mu^2 K^2],$$

ferner:

$$z = \frac{1}{a + C(\nu^2 K^4 - 3\mu^2 K^2 \varkappa^2 + 5\varkappa^4)} = \frac{1}{a} - \frac{C}{a^2}(\nu^2 K^4 - 3\mu^2 K^2 \varkappa^2 + 5\varkappa^4),$$

mithin:

$$9) \ldots\ldots \quad \left(z - \frac{1}{a}\right) = -\frac{C}{a^2}(\nu^2 K^4 - 3\mu^2 K^2 \varkappa^2 + 5\varkappa^4).$$

Nach diesen Vorbereitungen können wir nunmehr zur Anwendung auf einige praktisch vorkommende Fälle schreiten. Zunächst mag hier ein Fernrohrobjectiv betrachtet werden, bei welchem der Randstrahl mit dem Centralstrahle zur Vereinigung gebracht ist. In diesem Falle wird $\lambda = 0$, $\lambda' = 1$, folglich $\mu^2 = 1$, $\nu^2 = 0$ zu setzen sein. Berechnen wir mit dem festgestellten μ^2 für einige etwa um ein Zehntel der halben Oeffnung zunehmende Werthe von $\varkappa$ die mit h und $(z - {}^1/_a)$ proportionalen Grössen:

$$10) \ldots\ldots\ldots \quad N = \frac{ah}{2CK^5} = 2\frac{\varkappa^5}{K^5} - \mu^2 \frac{\varkappa^3}{K^3},$$

$$11) \ldots \quad L = \frac{a(z - \frac{1}{a})}{2CK^5} = -\frac{1}{2aK}\left[\nu^2 - 3\mu^2 \frac{\varkappa^2}{K^2} + 5\frac{\varkappa^4}{K^4}\right],$$

so finden wir, wenn wir noch die halbe Objectivöffnung $K = 1$ und das Verhältniss der Brennweite zur Oeffnung ${}^1/_{2aK} = 10$ setzen, ohne Schwierigkeit die in folgender Tabelle zusammengestellten Zahlenwerthe:

Tabelle I:

$\varkappa$	N	L
0,1	— 0,00 098	+ 0,295
0,2	— 0,00 736	+ 1,120
0,3	— 0,02 214	+ 2,295
0,4	— 0,04 352	+ 3,520
0,5	— 0,06 250	+ 4,375
0,6	— 0,06 048	+ 4,320
0,7	— 0,00 686	+ 2,695
0,8	+ 0,14 336	— 1,280
0,9	+ 0,45 288	— 8,500
1,0	+ 1,00 000	— 20,000

Für zwei Werthe von $\varkappa$ verschwindet der Durchmesser des Abweichungskreises und zwar, wie Gleichung 10) erkennen lässt, für $\varkappa = 0$ und für $\varkappa = \mu\sqrt{{}^1/_2}$. Letzterer Werth liegt in unserer Tabelle in der Nähe von $\varkappa = 0{,}7$; hier schneidet die Abweichungscurve die Abscissenaxe. Vorher erreicht sie jedoch ihren Minimalwerth zwischen 0,5 und 0,6. Um den genauen Ort dieses Wendepunktes aufzu-

finden, brauchen wir nur den Ausdruck für N nach $\varkappa$ zu differentiiren und gleich Null zu setzen. Die mit dem sich ergebenden Werthe von $\varkappa$ berechneten Grössen N und L sind die Coordinaten des gesuchten Wendepunktes. Die Differentiation ergiebt

$$\frac{dN}{d\varkappa} = 0 = 10\,\varkappa^4 - 3\,\mu^2\,\varkappa^2 = \varkappa^2 - \frac{3}{10}\,\mu^2\,.$$

Das Maximum bezw. Minimum der Ordinaten gehört demnach stets dem $\varkappa = \mu\,\sqrt{3/10}\,K$ an. Es ist vielleicht nicht überflüssig, den Umstand hervorzuheben, dass der durch diesen Werth von $\varkappa$ bestimmte Kreuzungspunkt H zweier Nachbarstrahlen nicht den grössten bezw. kleinsten Werth, welchen h überhaupt annehmen kann, kennzeichnet, sondern nur, wie auch die Tabelle bestätigt, den Ort markirt, an welchem in dem Laufe der Curve eine Wendung eintritt. In dem eben betrachteten Falle nimmt der Durchmesser des Abweichungskreises für die sich dem Rande nähernden Strahlen bedeutend zu und erreicht seinen grössten Werth für $\varkappa = K$. Die Fläche des übrigbleibenden Zerstreuungskreises ist demnach bei Objectivformen, wo der Rand- und Centralstrahl zusammenfallen, bestimmt durch

$$12) \ldots\ldots\ldots \quad (h_K)^2\,\pi = 4\left(\frac{C}{a}\right)^2 K^{10}\,\pi\,.$$

Scheibner gelangt zu dem Resultate, dass der übrigbleibende Rest sphärischer Abweichung dann am Kleinsten ausfällt, wenn $\nu^2 = 0{,}3$, $\mu^2 = 1{,}2$ gesetzt wird. Das Glied ν^2 hat, wie sich leicht zeigen lässt, auf den Verlauf der Abweichungscurve gar keinen Einfluss, da es in dem Ausdruck für die Ordinate N überhaupt nicht auftritt und in dem für die Abscisse L nur eine für alle Werthe von $\varkappa$ gleich grosse Verschiebung in der Richtung der optischen Axe hervorbringt. Der Werth, welchen wir dem ν^2 etwa geben könnten, hängt lediglich davon ab, welche Vereinigungsweite eines Zonenstrahles wir als Maasseinheit bei der Berechnung des Systems zu Grunde legen wollen. Wir werden weiter unten hierauf zurückkommen. Setzen wir also auch hier der Einfachheit wegen $\nu^2 = 0$, so finden wir für die Scheibner'sche Objectivform:

Tabelle II:

$\varkappa$	N	L
0,1	− 0,00 118	+ 0,355
0,2	− 0,00 896	+ 1,360
0,3	− 0,02 754	+ 2,835
0,4	− 0,05 632	+ 4,480
0,5	− 0,08 750	+ 5,875
0,6	− 0,10 368	+ 6,480
0,7	− 0,07 546	+ 5,635
0,8	+ 0,04 096	+ 2.560
0,9	+ 0,30 618	− 3,645
1,0	+ 0,80 000	− 14,000

Dr. A. Kerber[1]) glaubt die günstigste Wirkung in sphärischer Hinsicht dann erreicht zu haben, wenn der Randstrahl mit dem in der Mitte zwischen Rand und Axe austretenden Zonenstrahle zur Vereinigung gebracht worden ist. Hier wird $\lambda = 0{,}5$, $\lambda' = 1$, mithin $\mu^2 = 1{,}25$, woraus eine von der Scheibner'schen nicht wesentlich verschiedene Form der Abweichungscurve resultirt; wir glauben daher von der Construction derselben hier absehen zu dürfen.

[1]) Vergl. Ueber. d. Correctur von Systemen grösserer Oeffnung, von Dr. Arthur Kerber. Centralzeitung für Optik u. Mechanik. 1887. S. 145.

Beim Vergleiche der Tabellen I und II fällt sofort ins Auge, dass bei dem Scheibner'schen Objective der Durchmesser des den Randstrahlen angehörenden Abweichungskreises etwas kleiner geworden ist, während sich der Minimalwerth von der Axe entfernt hat. Beide Grössen haben sich ihrem absoluten Werthe nach einander genähert. Für einen noch grösseren Werth von μ^2 würde eine weitere Näherung erfolgen, bis endlich für ein bestimmtes μ^2 beide Werthe gleiche Grösse annehmen werden. Der Umstand, dass sich hierbei die Fläche des grössten sphärischen Zerstreuungskreises, welche beim Scheibner'schen Objective gleich $2{,}56\ (c/a)^2\, K^{10}\pi$ wird, in demselben Sinne verringert, lässt daher wohl die Annahme berechtigt erscheinen, dass die vollkommenste sphärische Correction dann erreicht sein wird, wenn der Radius des Abweichungskreises für die Randstrahlen dem Minimalwerthe von h an absoluter Grösse gleichkommt, jedoch auf der entgegengesetzten Seite der Abscissenaxe liegt. Es ist nicht schwierig, den hierfür erforderlichen Werth von μ^2 zu bestimmen.

Das Minimum von h und N tritt, wie schon weiter oben gezeigt, ein für $(\varkappa/K)^2 = {}^3/_{10}\,\mu^2$; hiermit wird $N = -{}^3/_{25}\sqrt{{}^3/_{10}}\,\mu^6$.

Für den Randstrahl, d. h. für $\varkappa/K = 1$ dagegen wird einfach $N = 2 - \mu^2$.

Da die Summe beider Ausdrücke für N verschwinden soll, so muss folglich μ^2 eine Wurzel der Gleichung

$$13) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{3}{25}\sqrt{0{,}3\,\mu^6} + \mu^2 - 2 = 0$$

sein, woraus annähernd $\mu^2 = 1{,}7382$ entnommen werden kann.

Mit diesem Werthe von μ^2 erhalten wir nun nachstehende Tabelle:

Tabelle III:

$\varkappa$	N	L
0,1	— 0,00 172	+ 0,51 646
0,2	— 0,01 327	+ 2,00 584
0,3	— 0,04 207	+ 4,28 814
0,4	— 0,09 077	+ 7,06 336
0,5	— 0,15 478	+ 9,91 150
0,6	— 0,21 993	+ 12,29 256
0,7	— 0,26 006	+ 13,54 654
0,8	— 0,23 460	+ 12,89 344
0,9	— 0,08 617	+ 9,43 326
1,0	+ 0,26 180	+ 2,14 600

Hier liegt das dem $\varkappa = 0{,}7$ entsprechende N dem Minimum am Nächsten. Das wirkliche Minimum tritt ein für $\varkappa = \sqrt{0{,}3\,.\,1{,}7382}$ und ist $N = -0{,}26180$ d. h. gleich dem für die Randstrahlen gefundenen, nur mit entgegengesetztem Vorzeichen, was erreicht werden sollte. Die Fläche des unvermeidlichen Abweichungskreises wird hiernach den gefundenen Werthen entsprechend gleich $0{,}27416\ (c/a)^2\, K^{10}\pi$; sie wird also von derjenigen der anderen hier betrachteten Objectivformen um mehr als das Neunfache übertroffen; aber auch beim Vergleiche der Abscissenwerthe L stellt sich heraus, dass die Entfernung der excentrischen Bildpunkte von einander oder die Ausdehnung des ganzen Abweichungscomplexes in der Richtung der optischen Axe gemessen hier bedeutend kleiner geworden ist. Figur 2 zeigt die Abweichungscurven der drei hier untersuchten Objectivformen. Eine oberflächliche Betrachtung derselben lässt zur Genüge erkennen, dass eine ausserordentliche Ver-

ringerung des Zerstreuungskreises beziehungsweise Steigerung der Bildschärfe mit den erlangten Resultaten thatsächlich erreicht ist. Dass alle anderen Bildpunkte zweier nicht unmittelbar benachbarter Zonenstrahlen stets innerhalb der Grenzen der hier betrachteten Fälle liegen müssen, braucht wohl kaum noch besonders hervor-

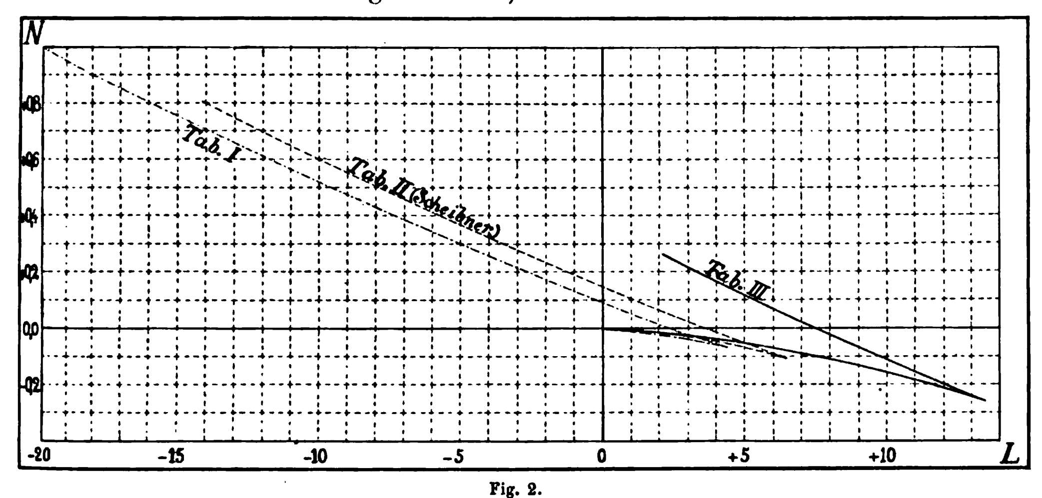


Fig. 2.

gehoben zu werden. Von der Richtigkeit dieser Behauptung kann man sich übrigens leicht direct überzeugen, wenn man in dem Ausdrucke

$$N = \frac{a h}{2\, C K^5} = \frac{\varkappa \varkappa' (\varkappa + \varkappa')}{2\, K^3} \left[\frac{\varkappa^2 + \varkappa'^2}{K^2} - \mu^2 \right],$$

welcher sich aus Gleichung 3) leicht ableiten lässt, für $^{\varkappa}/_{K}$ und $^{\varkappa'}/_{K}$ beliebige zwischen -1 und $+1$ liegende Werthe einführt. Alle so berechneten Ordinaten werden der Null stets näher liegen als $\pm 0{,}2618$.

Wir wollen jetzt noch festzustellen suchen, mit welchem Zonenstrahle der Randstrahl nach den dargelegten Principien zur Vereinigung gebracht werden soll. Zur Beantwortung dieser Frage haben wir in der Gleichung $\mu = \lambda^2 + \lambda'^2 = 1{,}7382$ nur $\lambda' = 1$ zu setzen und finden so $\lambda^2 = \nu^2 = 0{,}7382$, mithin $\lambda = 0{,}8592$. Im Allgemeinen treffen zwischen den Einfallshöhen $0{,}8592\, K$ und K je zwei Strahlen auf der optischen Axe zusammen, während für Strahlen zwischen 0 und $0{,}8592\, K$ ein Zusammentreffen nur ausserhalb der Axe stattfindet. Als Bedingung für die vortheilhafteste Correction sind endlich mit Rücksicht auf die unter 7) gegebenen Beziehungen und Gleichungen

$$a = A + B \frac{\nu^2}{\mu^2} K^2 = A + \frac{0{,}7382}{1{,}7382} B K^2 = 1$$
$$0 = B + 1{,}7382\, C K^2$$

zu erfüllen. In den ersten dieser Gleichungen können wir übrigens ohne Nachtheil für die sphärische Correction, welche einzig und allein von der zweiten abhängt, auch $\nu^2 = 0$ setzen, d. h. die reciproke Vereinigungsweite der Centralstrahlen als Maasseinheit wählen, was für manche Aufgaben der Dioptrik von wesentlichem Vortheil ist. Will man jedoch das System auf trigonometrischem Wege, welcher oft schneller zum Ziele führt als die Analysis, corrigiren, so empfiehlt sich die strenge Erfüllung beider Gleichungen in der hier gegebenen Form.

II.

Bei unseren bisherigen Betrachtungen haben wir nur diejenigen Glieder der für die Vereinigungsweite geltenden Reihe berücksichtigt, welche von dem Quadrate

und der vierten Potenz des Oeffnungshalbmessers abhängen. Will man auch die sphärische Abweichung höherer Ordnung in Betracht ziehen, d. h. das System so corrigiren, dass in drei verschiedenen Zonen austretende Strahlen nach der Brechung streng in einem Punkte zusammentreffen, eine Forderung, welche für die Leistungsfähigkeit astronomischer Fernrohre, an welche in Bezug auf die stärkste zulässige Vergrösserung und Auflösungskraft besonders hohe Anforderungen gestellt werden müssen, unumgängliche Bedingung ist, so wird es nöthig, unsere Formeln durch das von der sechsten Potenz des Oeffnungshalbmessers abhängende Glied zu erweitern.

Wir haben demnach der jetzigen Annahme entsprechend zu schreiben:

$$a = A + B\lambda^2 K^2 + C\lambda^4 K^4 + D\lambda^6 K^6$$
$$a = A + B\lambda'^2 K^2 + C\lambda'^4 K^4 + D\lambda'^6 K^6$$
$$a = A + B\lambda''^2 K^2 + C\lambda''^4 K^4 + D\lambda''^6 K^6.$$

Die Differenzen dieser Gleichungen ergeben nach Division mit $(\lambda^2 - \lambda'^2)$ bezw. $(\lambda'^2 - \lambda''^2)$ sofort die Beziehungen

$$0 = B + C(\lambda^2 + \lambda'^2) K^2 + D(\lambda^4 + \lambda'^4 + \lambda^2\lambda'^2) K^4$$
$$0 = B + C(\lambda'^2 + \lambda''^2) K^2 + D(\lambda'^4 + \lambda''^4 + \lambda'^2\lambda''^2) K^4,$$

woraus als zweite Differenzengleichung, nach Division mit $(\lambda^2 - \lambda''^2)$ hervorgeht:

$$0 = C + D(\lambda^2 + \lambda'^2 + \lambda''^2) K^2.$$

Führen wir den hier für C gefundenen Werth in eine der ersten Differenzengleichungen ein, so geht dieselbe über in:

$$0 = B - D[(\lambda^2 + \lambda'^2)(\lambda^2 + \lambda'^2 + \lambda''^2) - \lambda^4 - \lambda'^4 - \lambda^2\lambda'^2] = B - D(\lambda^2\lambda'^2 + \lambda^2\lambda''^2 + \lambda'^2\lambda''^2) K^4.$$

Mit beiden Werthen von B und C endlich nimmt jede der drei Hauptgleichungen für a die Form an:

$$A + D(\lambda^2\lambda'^2\lambda''^2) K^6 = a.$$

Die in den drei Axenabständen λK, $\lambda' K$, $\lambda'' K$ das System durchdringenden Strahlen vereinigen sich nach der Brechung streng in einem Punkte auf der optischen Axe, wenn die Gleichungen

$$\text{14)} \quad \begin{aligned} a &= A + D\xi^2 K^6 \\ 0 &= B - D\nu^2 K^4 \\ 0 &= C + D\mu^2 K^2 \end{aligned}$$

erfüllt sind, wo $\mu^2 = \lambda^2 + \lambda'^2 + \lambda''^2$, $\nu^2 = \lambda^2\lambda'^2 + \lambda^2\lambda''^2 + \lambda'^2\lambda''^2$, $\xi^2 = \lambda^2\lambda'^2\lambda''^2$ gesetzt ist.

Für den Axenabstand der excentrischen Bildpunkte findet sich, wie früher, mit der genannten Erweiterung der Ausdruck:

$$h = \frac{2\,x^3(B + 2Cx^2 + 3Dx^4)}{A + 3Bx^2 + 5Cx^4 + 7Dx^6};$$

ebenso lässt sich die in der Axe gemessene Entfernung derselben von der letzten brechenden Fläche wiedergeben durch:

$$z = \frac{1}{A + 3Bx^2 + 5Cx^4 + 7Dx^6}.$$

Die Coordinaten der Abweichungscurve werden dementsprechend nach Substitution der Werthe von A, B, C aus Gleichung 14):

$$15) \ldots \text{ Ordinate } N = \frac{a h}{2 D K^7} = \varkappa^3 (\nu^2 - 2 \mu^2 \varkappa^2 + 3 \varkappa^4),$$

$$16) \text{ Abscisse } L = \frac{a\left(z - \frac{1}{a}\right)}{2 D K^7} = \frac{1}{2 a K} (\xi^2 - 3 \nu^2 \varkappa^2 + 5 \mu^2 \varkappa^4 + 7 \varkappa^6).$$

Gleichung 15) lässt sofort erkennen, dass der Durchmesser des Zerstreuungskreises nunmehr für drei Werthe von $\varkappa$ verschwinden kann und zwar für $\varkappa = 0$, und für $3\varkappa^4 - 2\mu^2 \varkappa^2 + \nu^2 = 0$; d. h. für:

$$17) \ldots \ldots \quad \varkappa^2 = \frac{\mu^2}{3}\left[1 \pm \sqrt{1 - 3\frac{\nu^2}{\mu^4}}\right].$$

Ist die Grösse ν^2/μ^4 so gewählt, dass Gleichung 17) auf reelle Wurzeln führt, so wird ein Theil der Abweichungscurve oberhalb, ein zweiter Theil unterhalb der Abscissenaxe verlaufen, um sich dann etwa für grössere dem Rande sich nähernde Werthe von $\varkappa$ wieder über die Axe zu erheben. Für zwei Werthe wird daher auch h zu einem Minimum bezw. Maximum, da auf beiden Seiten eine Wendung der Curve eintreten muss. Die entsprechenden Werthe von $\varkappa$ erhalten wir wieder durch Differentiation von N nach $\varkappa$; wir finden zunächst:

$$\frac{d N}{d \varkappa} = 21 \varkappa^6 - 10 \mu^2 \varkappa^4 + 3 \nu^2 \varkappa^2 = 0,$$

und hieraus:

$$18) \ldots \ldots \quad \varkappa^2 = \frac{5}{21} \mu^2 \left[1 \pm \sqrt{1 - \frac{63}{25} \cdot \frac{\nu^2}{\mu^4}}\right].$$

Die günstigste sphärische Correction wird, wie leicht einzusehen, dann erreicht sein, wenn die beiden ausgezeichneten Werthe von h auf beiden Seiten der Abscissenaxe von gleicher Grösse und ausserdem gleich der Excentricität des den Randstrahlen angehörenden Bildpunktes sind. Die Entwickelung der für diese Eigenschaft erforderlichen Gleichungen für ν^2 und μ^2 ist nicht ganz einfach. Um uns zunächst zur Untersuchung der ersten Forderung zu wenden, schreiten wir zur Abkürzung.

$$19) \ \frac{5}{21} \mu^2 = a; \quad \frac{63}{25} \cdot \frac{\nu^2}{\mu^4} = x; \quad \sqrt{1 - x} = b; \quad 1 - b = d_1; \quad 1 + b = d_2.$$

Hiermit ergeben sich für die beiden ausgezeichneten Werthe von N, wenn wir in Gleichung 16) die in 18) für $\varkappa$ festgestellten Grössen einführen:

$$20) \ldots \quad \begin{aligned} N_1 &= a \sqrt{a} \cdot d_1 \sqrt{d_1} \, (3 a^2 d_1^2 - 2 \mu^2 d_1 a + \nu^2), \\ N_2 &= a \sqrt{a} \cdot d_2 \sqrt{d_2} \, (3 a^2 d_2^2 - 2 \mu^2 d_2 a + \nu^2). \end{aligned}$$

Die Summe beider Ausdrücke wird verschwinden, wenn

$$d_1 \sqrt{d_1} \, (3 a^2 d_1^2 - 2 \mu^2 d_1 a + \nu^2) + d_2 \sqrt{d_2} \, (3 a^2 d_2 - 2 \mu^2 d_2 a + \nu^2) = 0,$$

oder wenn

$$21) \ldots \quad d_1^3 (3 a^2 d_1^2 - 2 \mu^2 a d_1 + \nu^2)^2 = d_2^3 (3 a^2 d_2 - 2 \mu^2 a d_2 + \nu^2)^2,$$

wodurch die Wurzel aus d_1 und d_2 umgangen ist.

Nach einigen leicht vorzunehmenden Umformungen geht hieraus die Gleichung hervor:

$$22) \quad 9a^4(d_2^7 - d_1^7) - 12a^3\mu^2(d_2^6 - d_1^6) - 2a^2(2\mu^4 + 3\nu^2)(d_2^5 - d_1^5) - 4a\nu^2\mu^2(d_2^4 - d_1^4) + \nu^4(d_2^3 - d_1^3) = 0.$$

Zur weiteren Entwickelung können wir mit Vortheil von der allgemein giltigen Summationsformel

$$(1+b)^n-(1-b)^n=2b\left(n+\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}b^2+\frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)}{1.2.3.4.5}b^4+\frac{n(n-1)\ldots(n-6)}{1.2.3.4.5.6.7}b^6+\ldots\right)$$

Gebrauch machen. Wir erhalten hiernach mit Rücksicht auf die unter 19) gegebenen Bezeichnungen:

$$\begin{aligned}
d_2^7-d_1^7 &= 2\,b\ \ (7+35\,b^2+21\,b^4+b^6) = 2\,b\ \ (64-80\,x+24\,x^2-x^3),\\
d_2^6-d_1^6 &= 2\,b.2(3+10\,b^2+3\,b^4) \qquad = 2\,b\,2(16-16\,x+3\,x^2),\\
d_2^5-d_1^5 &= 2\,b\ \ (5+10\,b^2+b^4) \qquad = 2\,b\ \ (16-12\,x+x^2),\\
d_2^4-d_1^4 &= 2\,b.4(1+b^2) \qquad = 2\,b\,4\ (2-x),\\
d_2^3-d_1^3 &= 2\,b\ \ (3+b^2) \qquad = 2\,b\ \ (4-x).
\end{aligned}$$

Alle Summanden der Gleichung 22) enthalten den Factor $2b$, während im Uebrigen nur gerade Potenzen von b vorkommen, sodass das letzte störende Wurzelzeichen beseitigt ist und der endgiltigen Gleichung nun keine Schwierigkeiten mehr im Wege stehen.

Ersetzen wir noch in Gleichung 22) die in Klammern eingeschlossenen Glieder durch die oben gefundenen Ausdrücke, so erhalten wir nach Division durch $\mu^8\ 2b$ zur Bestimmung von x die Gleichung

$$23) \ldots\ldots\quad x^3-9{,}16\,x^2+13{,}92\,x-5{,}76=0,$$

welche in Anbetracht der langen Ausdrücke, aus welchen sie hervorgegangen, an Einfachheit gewiss nichts zu wünschen übrig lässt.

Die Wurzeln dieser Gleichung sind:

$$\begin{aligned}
x_1 &= 0{,}780\,546\\
x_2 &= 1{,}000\,000\\
x_3 &= 7{,}379\,454
\end{aligned}$$

und zwar haben dieselben die Bedeutung, dass für $x=x_1$ Maximum und Minimum gleiche Grösse haben und auf entgegengesetzten Seiten der Abscissenaxen liegen. Für $x=x_2$ wird $d_1=d_2$; in diesem Falle tritt nur ein ausgezeichneter Werth auf, da beide Werthe in einen zusammenfallen. Für $x=x_3$ liegt Maximum und Minimum auf derselben Seite der Axe und Gleichung 23) führt dementsprsechend auf unreelle Wurzeln; die Abweichungscurve schneidet also höchstens einmal die Abscissenaxe. Der Werth $x=x_1$ ist somit für die Erfüllung unserer Forderung maassgebend. Wir hatten oben $x={}^{63}/_{25}\cdot{}^{\nu^2}/_{\mu^4}$ gesetzt und finden somit, dass die Summe von Maximum und Minimum der Abweichungsordinaten verschwindet, wenn

$$24) \ldots\ldots\quad \nu^2=\frac{25}{63}\,x\,\mu^4=0{,}309\,7405\,\mu^4$$

wird.

Als zweite Bedingung war gefordert, dass der Axenabstand des dem Randstrahle angehörenden excentrischen Bildpunktes ebenfalls gleiche Grösse mit dem Maximalwerthe habe, dass mithin auch die Gleichung $N_2+N_3=0$ erfüllt ist, wenn N_3 den Randstrahlen angehört.

N_2 erhalten wir aus Gleichung 20); setzen wir daselbst für a seinen Werth ${}^5/_{21}\,\mu^2$ ein, so ergiebt sich zunächst der Ausdruck:

$$N_2=\frac{5}{21}d_2\sqrt{\frac{5}{21}d_2}\,\mu^3\left[3.\left(\frac{5}{21}d_2\right)^2\mu^4-2.\frac{5}{21}d_2\,\mu^4+\nu^2\right],$$

wo ν^2 aus 24) bekannt ist und ebenso d_2 vermöge der unter 19) gegebenen Beziehungen leicht berechnet werden kann. Nach Ausführung der numerischen Berechnung geht schliesslich der einfache Ausdruck $N_2 = -\mu^7.\ 0{,}004\,7127 \cdot 2$ (log = 7,673 2718) hervor. N_3 dagegen ergiebt sich sofort aus Gleichung 15), wenn wir dort $\varkappa = 1$ setzen, man findet:

$$N_3 = 3 - 2\,\mu^2 + 0{,}309\,7405\,\mu^4.$$

Die Bedingungsgleichung für die Forderung $N_2 + N_3 = 0$ nimmt daher die Gestalt an:

$$0{,}004\,7127 \cdot 2\,\mu^7 - 0{,}309\,7405\,\mu^4 + 2\,\mu^2 - 3 = 0.$$

Eine brauchbare Wurzel dieser Gleichung ist $\mu^2 = 2{,}233060$.

Die erreichbar grösste Lichtconcentration ist somit erzielt, wenn den oben für die Aufhebung der sphärischen Aberrationen beider Ordnungen aufgestellten Bedingungsgleichungen 14) die Werthe $\mu^2 = 2{,}233\,060$ und $\nu^2 = 1{,}544\,539$ zu Grunde gelegt werden.

Die drei in Frage kommenden Ordinaten der Abweichungscurve nehmen hiermit die Grössen an:

$$\begin{aligned} N_1 \text{ (Maximum)} &= +0{,}078\,419 \\ N_2 \text{ (Minimum)} &= -0{,}078\,419 \\ N_3 \text{ (Randstrahl)} &= +0{,}078\,419. \end{aligned}$$

Die Fläche des übrigbleibenden Zerstreuungskreises wird hiernach

$$h^2\pi = 0{,}024\,5416\,\pi\left(\frac{D}{a}\right)^2 K^{14}.$$

Scheibner findet in seiner mehrfach erwähnten Abhandlung als Bedingung für die günstigste Correction der sphärischen Abweichung höherer Ordnung $\mu^2 = {}^{12}/_7$, $\nu^2 = {}^6/_7$. Mit diesen Werthen nimmt jedoch die Fläche des grössten Zerstreuungskreises die verhältnissmässig beträchtliche Grösse $0{,}734\,6925\,\pi\,({}^D/_a)^2\,K^{14}$ an.

Ueber die Gestalt der Abweichungscurve wird wieder eine graphische Construction am Besten Aufschluss geben. Wir berechnen zu diesem Zwecke die Coordinaten N und L nach Gleichung 15) und 16) für eine Anzahl um $0{,}05\,K$ zunehmender Werthe von $\varkappa$. Setzen wir noch, wie bereits früher geschehen, das Verhältniss der Brennweite zur Objectivöffnung $^1/_{2aK} = 10$ und lassen ferner in Gleichung 16) das Glied ξ^2, welches auf den Verlauf der Abweichungscurve keinen Einfluss ausübt, da es zu allen Abscissen als unveränderliche Constante hinzutritt, unberücksichtigt, so finden wir die in der Tabelle IV (a. f. S.) zusammengestellten Werthe; in den mit 2 überschriebenen Columnen sind die Coordinaten der aus der Scheibner'schen Construction hervorgehenden Abweichungscurve beigefügt.

Die Figur 3 (a. f. S.) ist nach den Werthen der Tabelle IV construirt und dient zur Illustration der Abweichungslinie, wie sie bei einem nach den dargelegten Principien construirten Objective in Wirklichkeit vorhanden ist. Die Curve nimmt in A, der Vereinigungsweite der Centralstrahlen, ihren Anfang, wendet sich zunächst der positiven Seite der Abscissenaxe zu und erreicht ihren grössten Werth in dem mit B bezeichneten Punkte. Von diesem Orte an nehmen sowohl Ordinaten als Abscissen ab, sodass die Curve nicht eine allmälige Wendung ausführt, sondern fast auf demselben Wege zurückgeht. In C schneidet sie alsdann die Axe und erreicht auf der negativen Seite der Axe ihren grössten Werth in B'; hier erfolgt

Tabelle IV:

κ	N 1	N 2	L 1	L 2
0,05	+ 0,00 019	+ 0,00 011	— 0,116	— 0,064
0,10	+ 0,00 150	+ 0,00 082	— 0,452	— 0,249
0,15	+ 0,00 480	+ 0,00 264	— 0,987	— 0,536
0,20	+ 0,01 097	+ 0,00 580	— 1,679	— 0,896
0,25	+ 0,01 995	+ 0,01 023	— 2,475	— 1,288
0,30	+ 0,03 151	+ 0,01 547	— 3,317	— 1,671
0,35	+ 0,04 470	+ 0,02 067	— 4,130	— 1,992
0,40	+ 0,05 803	+ 0,02 466	— 4,842	— 2,207
0,45	+ 0,06 955	+ 0,02 605	— 5,386	— 2,274
0,50	+ 0,07 694	+ 0,02 344	— 5,699	— 2,165
0,55	+ 0,07 788	+ 0,01 572	— 5,738	— 1,873
0,60	+ 0,07 031	+ 0,00 254	— 5,477	— 1,415
0,65	+ 0,05 303	— 0,01 536	— 4,926	— 0,843
0,70	+ 0,02 613	— 0,03 527	— 4,129	— 0,252
0,75	— 0,00 778	— 0,05 157	— 3,195	+ 0,198
0,80	— 0,04 351	— 0,05 547	— 2,272	+ 0,302
0,85	— 0,07 136	— 0,03 314	— 1,595	— 0,236
0,90	— 0,07 632	+ 0,03 769	— 1,479	— 1,792
0,95	— 0,03 652	+ 0,17 686	— 2,333	— 4,847
1,00	+ 0,07 842	+ 0,42 857	— 4,683	— 10,000

abermals eine Umkehr, die Axe wird zum zweiten Male in C' geschnitten und in D endlich, d. h. in dem von den Randstrahlen entworfenen Punkte, erreicht die Curve ihr Ende. Die punktirte Linie stellt den Verlauf der aus der Scheibner'schen Objectivconstruction resultirenden Aberrationslinie dar; die entsprechenden be-

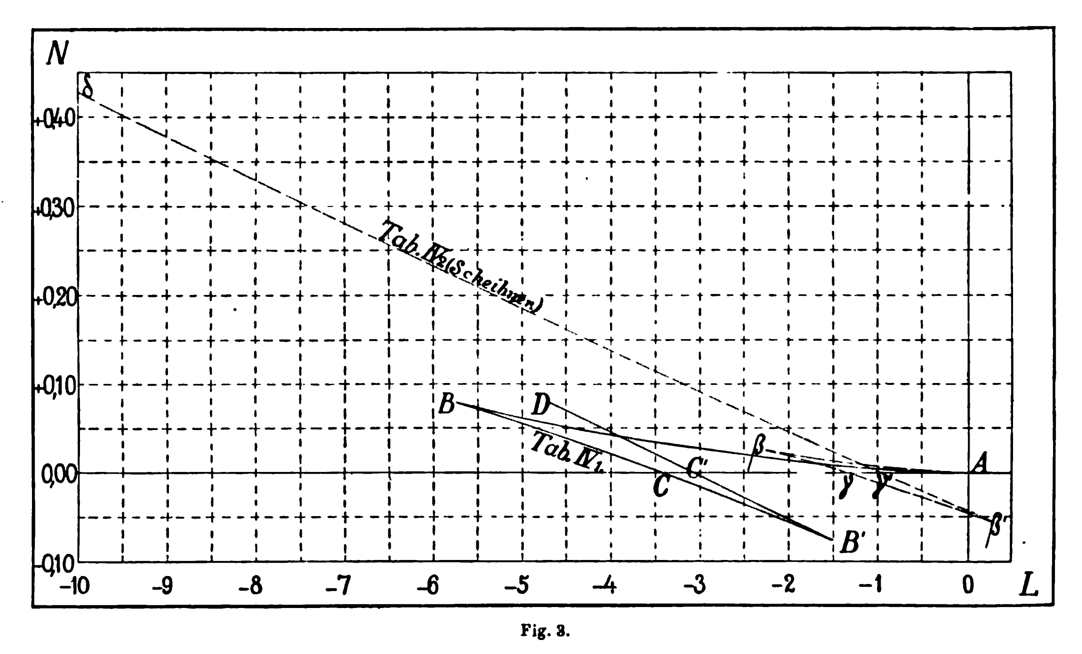


Fig. 3.

merkenswerthen Bildpunkte sind mit A, β, β', γ, γ', δ bezeichnet. Weiterer Erklärungen wird die Figur wohl kaum bedürfen. Es mag nur noch hervorgehoben werden, dass die Zunahme der sphärischen Abweichung für die dem Rande des Objectives sich nähernden Strahlen hier bei der Scheibner'schen Form noch beträcht-

licher geworden ist als in Fig. 2, wo nur die sphärische Abweichung erster Ordnung zur Darstellung der Abweichungscurve benutzt wurde. Auch die übrigen von uns gemachten Bemerkungen finden in dem entworfenen Bilde volle Bestätigung; so haben u. A. die drei Bildpunkte B, B', D alle gleichen Abstand von der Axe.

Es ist gewiss zweifellos, dass die vortheilhafteste Wirkung, welche einem Objective überhaupt zugemuthet werden kann, nach den hier dargelegten Grundsätzen in der That erreicht ist und ich glaube hiermit einen Beitrag zu einer nicht unwesentlichen Verbesserung der Fernrohrobjective gegeben zu haben.

Zum Schluss mag auch hier noch untersucht werden, mit welchen Zonenstrahlen der Randstrahl nach der Brechung an der letzten Fläche zur Vereinigung zu bringen ist.

Wir hatten oben gefunden:

$$\begin{aligned} \mu^2 &= \lambda^2 + \lambda'^2 + \lambda''^2 &&= 2{,}233\,060\,, \\ \nu^2 &= \lambda^2\lambda'^2 + \lambda^2\lambda''^2 + \lambda'^2\lambda''^2 &&= 1{,}544\,539\,, \\ \xi^2 &= \lambda^2\lambda'^2\lambda''^2\,. \end{aligned}$$

Setzen wir für den Randstrahl $\lambda'' = 1$, so bestimmen sich die Werthe λ, λ' aus den Gleichungen:

$$\begin{aligned} \mu^2 &= \lambda^2 + \lambda'^2 = 1{,}233\,060 \\ \xi^2 &= \lambda^2\lambda'^2 \quad = 0{,}311\,479\,, \end{aligned}$$

sodass λ und λ' Wurzeln der Gleichung $x^4 - 1{,}233060 + 0{,}311479$ sind. Man findet $\lambda = 0{,}595\,449$, $\lambda' = 0{,}937\,285$.

Hieraus resultiren mit Rücksicht auf die Beziehungen 14) die für die günstigste Correction der sphärischen Abweichung beider Ordnungen zu erfüllenden Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} & A + 0{,}201\,665\ B\,K^2 = a = 1 \\ 25) \ldots\ldots\ldots\ & B + 0{,}691\,669\ C\,K^2 = 0 \\ & C + 2{,}233\,060\ D\,K^2 = 0\,. \end{aligned}$$

Es ist bei einem Objective, welches vier veränderliche Krümmungsradien zur Verfügung stellt, nicht schwer, den drei Gleichungen neben den für die Achromasie erforderlichen in aller Strenge zu genügen, und es wäre gewiss von hohem Interesse für die Wissenschaft, ein nach den dargelegten Principien streng durchgerechnetes Objectiv einmal praktisch ausgeführt zu sehen. Die bedeutenden Fortschritte der neueren Zeit auf dem Gebiete der Präcisionsoptik und der Glasschmelzkunst berechtigen unstreitig zu den weitgehendsten Hoffnungen.

Ueber eine neue Form von Photometern.

Von

Dr. **W. Grosse** in Vegesack (Bremen).

(Schluss.)

Ich habe Eingangs gezeigt, dass wir unsere Absicht nur mit Kalkspath und nicht mit Glas erreichen konnten. Darauf, dass der Kalkspath das Licht qualitativ ändert, dass er es polarisirt, ist in der vorhin besprochenen Anordnung keine Rücksicht genommen worden. Dieser Umstand ist für die Photometrie von Wichtigkeit. Wir bekommen nämlich durch das Hauptprisma nur Licht, welches in der Einfallsebene schwingt, durch das Nebenprisma aber solches, welches senkrecht dazu schwingt. Schieben wir nun an irgend einer Stelle ein Nicol'sches Prisma ein, dessen Hauptschnittebene mit derjenigen des Hauptprismas den

Winkel φ macht, so wird jede Lichteinheit auf den Werth $\cos^2\varphi$ reducirt, wenn sie durch das Hauptprisma gegangen ist, auf den Werth $\sin^2\varphi$ jedoch, wenn sie das Nebenprisma passirt hat und durch doppelte Totalreflexion in das Gesichtsfeld gelangt ist. Es ist allerdings bei genauen Messungen eine Untersuchung darüber erforderlich, ob die Lichtquellen auch wirklich unpolarisirtes Licht aussenden. Von den künstlichen Lichtquellen können wir das wohl annehmen; jedenfalls wird die Polarisation sehr schwach sein. Ist die theilweise Polarisation beträchtlich, so müssten besondere Vorkehrungen getroffen werden (Einschieben von Polarisationsprismen in das betreffende Azimuth), um diesem Umstande Rechnung zu tragen; für unsere Zwecke ist dies nicht erforderlich.

Unsere Combination von Kalkspathprismen wird die Mischung senkrecht zu einander polarisirter Bündel in viel einfacherer Weise und den rechnerischen Zusammenhang gerade so geben wie das Wild'sche Photometer, wenn man einen Analysator drehbar und die Lichtquellen beweglich macht. Das Spathrhomboeder würde überflüssig werden, die Doppelplatte freilich bleiben müssen. Ich habe Versuche nach dieser Methode nicht angestellt, weil ich fürchtete, sie würde für die Praxis nicht einfach genug sein, glaube jedoch, dass sie in Verbindung mit der gleich zu beschreibenden nützlich sein kann. Eine einfache Verstellung des Diaphragmas und Einschieben der Doppelplatte würde die Anordnung der einen Methode in die der anderen überführen und beide würden doch auf ganz verschiedenen Principien beruhen. Ob die Lichtbündel bei unserer Combination sich mischen oder nur berühren, hängt ja lediglich von der Entfernung der vor den Prismen befindlichen Diaphragmenöffnungen ab.

Denken wir uns also zunächst wieder die Anordnung der Figur 5 (S. 100) und betrachten wir die Bilder durch ein vorgeschobenes Ocularnicol, dessen Drehungswinkel φ genau ablesbar sei. Dann ist je nach Orientirung des Nullpunktes der Theilung, und wenn wir die Gleichheit der Intensität durch Drehung des Oculares herstellen:

$$1) \; \ldots\ldots \frac{J'}{l_1^2}\sin^2\varphi = \frac{\varkappa J'}{l_1^2}\cos^2\varphi + \varkappa\frac{J''}{l_2^2}\sin^2\varphi,$$

oder

$$2) \; \ldots\ldots \frac{J'}{l_1^2}\cos^2\varphi = \frac{\varkappa J'}{l_1^2}\sin^2\varphi + \frac{J''}{l_1^2}\cos^2\varphi\,.$$

Aus 1) und 2) wird, wenn wir mit $\cos^2\varphi$ dividiren und $p = \tan^2\varphi$ setzen:

$$\frac{J'}{l_1^2}(p-\varkappa) = \frac{J''}{l_2^2}\,p, \quad \text{also } J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2\frac{1}{1-\varkappa/p},$$

$$\frac{J'}{l_1^2}(1-\varkappa p) = \frac{J''}{l_1^2}, \quad \text{also } J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2\frac{1}{1-\varkappa p}\,.$$

Der Grad der Genauigkeit wird abhängen von der Genauigkeit der Bestimmung der Grössen l_1, l_2, $\varkappa$, und des Winkels φ. Die beiden ersteren, l_1 und l_2, werden beim Versuch gemessen, ebenso φ, während wir von $\varkappa$, wie vorhin, annehmen wollen, es sei vorher auf $1/2$% Genauigkeit bestimmt. Der Umstand, dass für das durch das Nebenprisma gehende Licht von J' streng genommen eine Entfernung $> l_1$ in Ansatz gebracht werden müsste, findet seine Berücksichtigung in der Bestimmung von $\varkappa$. Dennoch wollen wir uns mit der lateralen und axialen Verschiebung des durch das Nebenprisma entworfenen Bildes kurz beschäftigen, weil namentlich die erstere bei der Orientirung der Diaphragmen vor den Prismen von Belang ist.

Es sei $\varphi = 40°$ der Prismenwinkel, l der Abstand des Objects vom Mittelpunkt der ersten spiegelnden Fläche, a der senkrechte Abstand der beiden Spiegel und k derjenige der beiden Visirlinien. Wir wollen uns fragen, welche Beziehung zwischen diesen Grössen statt hat, wenn das Bild schliesslich in der Verlängerung der durch die Mitte der zweiten spiegelnden Fläche gehenden Visirlinie liegen soll. Wir haben dann $k = 2a \sin \varphi = 1{,}286a$. Ist die Breite der Prismen b, die Länge des Spiegels also $b/\cos \varphi$ und der geringste mögliche Abstand $a = b \sin \varphi$, so würde die laterale Verschiebung $= 2b \sin^2 \varphi = 0{,}826b$ sein. Dies müsste, falls lie beiden Prismen sich berühren, die Entfernung der Diaphragmenmitten sein.)ie axiale Verrückung dagegen ist gleich $2a$, also in dem eben angedeuteten alle $= 2b \sin \varphi = 1{,}286b$. Die Empfindlichkeit der Bestimmung von J' hängt ab ›n der Genauigkeit, mit welcher der Factor

$$1)\ \frac{1}{1-\varkappa p} \quad \text{oder} \quad 2)\ \frac{1}{1-\frac{\varkappa}{p}}$$

immt wird. Die Grösse $p = tg^2 \varphi$ kann alle Werthe von 0 bis ∞ durchlaufen, ich auch $\varkappa . p$; die praktische Anwendung dagegen ist an die Bedingung geknüpft: $< 1/\varkappa$ oder 2) $p > \varkappa$. Der Winkel φ ist bei 1) begrenzt durch die Werthe 0° twa 50°. Setzen wir den schon recht ungünstigen Fall $\varphi = 45°$ und nehmen ass φ auf 5′ genau bestimmt sei, dann würde, wie eine einfache Rechnung in p ein Fehler von $1/2$% gemacht. Nun kann aber, wie wir sehen werden, h eine Bestimmung von p erhalten werden, so dass auch $\varkappa$ auf $1/2$% genau ıt werden kann. Das Maximum eines Fehlers in $\varkappa$ wäre dann 1%. Für unseren $= 3/4$ liegt der in der Bestimmung von $1/_{1-\varkappa p}$ gemachte Fehler sicher unter den meisten Bestimmungen weit unter 4%, wovon man sich durch Einsetzen er Werthe von φ leicht überzeugen kann. Bleibt so der mögliche Fehler der bei photometrischen Messungen zu erwartenden Grenze, so ist ein ;rosser Vortheil, dass man nicht, wie beim Bunsen'schen Photometer mit abeln (l_1/l_2) operirt, die bei jeder Bestimmung ihren festen Werth erhält, ss man für jedes (l_1/l_2) das zugehörige φ oder für jedes φ das zugehörige ımen kann. Das Photometer behält während des Versuchs die von **Krüss** ʻvina vorgeschlagene günstigste Länge, so dass $(l_1 + l_2)$ constant ist. ıktischen Gebrauch denke ich mir durch Arretirungen bei der Drehung ıtors Werthe von φ fixirt, die dem Factor $1/_{1-\varkappa p}$ der Reihe nach 1, 2, 3 . . geben. Für diese Einstellungen werden dann die zuge- ʻhe von $(l_1/l_2)^2$ durch Verschieben des Apparates auf der Photometer- welche dann nur mit der am Drehkreise abgelesenen zugehörigen ipliciren sind, um die in J'' ausgewerthete Intensität von J' zu er- ne möglichst vollständige Compensation wünschenswerth ist, werden ılen des Drehkreises am Analysator einzustellen sein, wobei aller- erinnern ist, dass damit die Empfindlichkeit des Instrumentes ab- ıan auf diese vielfache Möglichkeit der Combination der Werthe verzichten, so lege man ein oder mehrere constante Verhältnisse und bestimme J' durch Ablesung von φ; dies ist natürlich um-

hier bemerkt werden, dass für alle Photometer die Vertauschung ein Mittel zur Anstellung von Controlversuchen bietet. Diese ·de bei der Bunsen'schen Form durch Drehung der Fettfleckvor-

richtung um 180° erreicht, ist aber meistens nicht vorgesehen, da die Räumlichkeiten der Gasanstalten und ähnlicher Etablissements gewöhnlich eine solche Aufstellung des Photometers nicht gestatten und auch ein jedesmaliger Platzwechsel des Beobachters umständlich und zeitraubend sein würde. Dass zwei verschiedene Beobachter an den beiden Seiten thätig sind, wie dies Weber bei seinen oben erwähnten Versuchen angeordnet hatte, erscheint nicht thunlich, da ja ein constanter physiologischer persönlicher Fehler nicht berücksichtigt wird. — Wollen wir die Möglichkeit der Drehung um 180° voraussetzen, so kann $\varkappa$, zu dessen Berechnung wir jetzt übergehen wollen, durch Combinationen zweier Versuche jedesmal gefunden werden; jedoch wird die Rechnung für technische Anwendungen zu umständlich. Ohne Anwendung eines Analysator würden wir z. B. zwei Gleichungen haben:

$$\frac{J'}{l_1^2}(1-\varkappa)=\frac{J''}{l_2^2}, \quad \frac{J''}{\lambda_2^2}(1-\varkappa)=\frac{J'}{\lambda_1^2},$$

und daher:

$$\frac{J'}{J''}\frac{\lambda_2^2}{l_1^2}=\frac{J''}{J'}\frac{\lambda_1^2}{l_2^2}, \quad \frac{J'^2}{J''^2}=\frac{l_1^2}{l_2^2}\frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2}, \quad J'=J''\frac{l_1}{l_2}\frac{\lambda_1}{\lambda_2}.$$

Trifft man nun, wie ich das bei meinen ersten Versuchen that, die Einrichtung, dass durch blosses Fortnehmen der Prismeneinrichtung und Einsetzen des Fettfleckschirmes die einfache und schnelle Verwandlung in ein Bunsen'sches Photometer vorgesehen ist, so erhält man, da $J'=J''\,\nu_1^2/\nu_2^2$ ist, die Relation:

$$\frac{l_1}{l_2}:\frac{\nu_1}{\nu_2}=\frac{\nu_1}{\nu_2}:\frac{\lambda_1}{\lambda_2},$$

d. h. der Quotient der betreffenden Entfernungen muss das geometrische Mittel der beiden vorhin gefundenen entsprechenden Quotienten sein, womit zugleich eine Prüfung der Methoden gegeben ist. — Mit Analysator wird die Drehung um 180° behufs Eliminirung von $\varkappa$ überflüssig, weil wir zu beliebigen Werthen von φ die betreffenden Entfernungen suchen können oder umgekehrt. Dabei erhält man:

$$\frac{J'}{l_1^2}(1-\varkappa p)=\frac{J''}{l_2^2}, \quad \frac{J'}{\lambda_1^2}(1-\varkappa p')=\frac{J''}{\lambda_2^2},$$

daher:

$$\frac{l_1^2}{l_2^2}(1-\varkappa p)=\frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2}(1-\varkappa p').$$

Wählen wir, was ja angängig ist, $\varphi=45°$ und $\lambda_1^2/\lambda_2^2=\nu$ (ganze Zahl), setzen ferner $l_1^2/l_2^2=\mu$, so wird:

$$J'=J''\frac{\nu-\mu p'}{1-p'}.$$

Dieser Ausdruck ist allerdings für die technische Praxis zu schwerfällig. Es wird demnach besser sein, $\varkappa$ vorher zu bestimmen und da bieten sich besonders folgende Möglichkeiten dar:

1. Man mache $J''=0$; dann ist

$$\frac{J'}{l_1^2}=\varkappa\frac{J'}{l_1^2}\tan^2\lambda,$$

wenn wir mit λ den Winkel bezeichnen, bei welchem beide Seiten gleich stark beleuchtet erscheinen; man findet demnach $\varkappa=\cot\text{an}^2\lambda$.

2. Man verschliesse zunächst das Diaphragma, durch welches das Licht von J' direct in das Gesichtsfeld geworfen wird; man erhält dann

$$\alpha) \;\ldots\ldots\ldots\ldots\; \varkappa\frac{J'}{l_1^2}\tan^2\chi=\frac{J''}{l_2^2},$$

wenn man das vor dem Nebenprisma liegende Diaphragma entsprechend gestellt. Oeffnet man das erste wieder, so hat man:

$$\beta) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1 + \varkappa \tan^2 \xi)\frac{J'}{l_1^2} = \frac{J''}{l_2^2},$$

und wenn man das durch das Nebenprisma gegangene Licht wieder mit J'' mischt:

$$\gamma) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1 - \varkappa \tan^2 \sigma)\frac{J'}{l_1^2} = \frac{J''}{l_2^2}.$$

Durch Combination je zweier dieser drei Gleichungen erhält man $\varkappa$. Vorausgesetzt ist dabei, dass J' und J'' gleich gefärbt sind.

3. Die eben gewonnenen Gleichungen können sich auf einen beliebig gewählten Winkel unter Veränderung von l_1/l_2 beziehen oder man kann die Gleichungspaare durch Drehung des Apparates um 180° erhalten.

Ohne Zweifel ist die erste Methode die bequemste.

Wir haben bisher angenommen, dass der Analysator im Ocular liege; er kann aber auch so angebracht sein, dass 1) nur das von J'' kommende Licht, 2) beide von J' kommende Bündel, 3) oder 4) nur eines derselben von ihm zerlegt wird. Die Formeln lauten dann, wenn $\sin^2 \varphi = q$ gesetzt wird:

$$1) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \frac{q}{1-\varkappa},$$

$$2) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \frac{q}{1-\varkappa p},$$

$$3) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \frac{1}{q-\varkappa},$$

$$4) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \frac{1}{1-\varkappa q}.$$

Auch bei diesen Anordnungen kann $\varkappa$ ähnlich wie vorhin bestimmt werden. Falls man den Fehler vermeiden möchte, der, wie schon oben erwähnt, dadurch veranlasst wird, dass von der zu messenden Lichtquelle nicht natürliches, sondern theilweise polarisirtes Licht ausgeht, ist die erste Anordnung günstig, da hier nur das Licht der Vergleichsquelle zerlegt wird.

Für die ersten orientirenden Versuche hatte ich mir folgenden Apparat hergestellt, mit dem ich nur constatiren wollte, ob er gut nach der Formel functionire und ob die Compensation die Messung erleichtere. Da in der Technik das Bunsen'sche Photometer weit verbreitet ist, so orientirte ich die erforderlichen Prismen so, dass ich durch blosses Herausnehmen der Fettfleckvorrichtung aus dem Kopfe des Bunsen'schen Photometers und Einschieben der Prismencombination abwechselnd nach beiden Methoden messen konnte, ohne die Lichtquellen von ihrem Ort zu bewegen. Bei dem mir zur Verfügung stehenden Bunsen'schen Photometer war die Normalkerze in fester Entfernung von dem Kasten und beide auf dem verschiebbaren Wagen befestigt. Der völlig geschwärzte Kasten, in welchem die Prismen wie in Figur 3 angeordnet waren, war 12 *cm* lang, 9 *cm* breit, 6 *cm* hoch. Durch passend angebrachte Diaphragmen war dafür gesorgt, dass in das Ocular kein fremdes Licht gelangen konnte und dass ferner das von der einen Quelle stammende Licht nicht durch Reflexionen die von der andern kommenden Strahlen beeinträchtigen konnte. Genau in die Verbindungslinie der beiden Lichtquellen waren in den Seitenflächen des Kastens besonders gut mattgeschliffene Glastäfel-

chen von 35 mm Höhe und 20 mm Breite eingefügt, die dann als selbstleuchtend im Versuch betrachtet wurden. Später änderte ich dies, da durch die nicht völlig gleiche Absorptionskraft leicht Fehler entstehen und ausserdem, wie wir gleich sehen werden, die Rechnung umständlicher ist, dahin ab, dass nur ein Täfelchen sich zwischen Glas- und Kalkspathprismen befand. Da die Entfernung der Lichtquellen bis zu den Glasscheibchen zu rechnen ist, so ist an Stelle der Quotienten [illegible] zu setzen: [illegible], wo a die halbe Breite des Kastens bedeutet. Die rechtwinkligen Glasprismen hatten quadratische Kathetenflächen von 12 mm Länge. Im Ocular befand sich ein drehbares Nicol mit einem Zeiger, der sich vor einer Kreistheilung bewegte. Der Nullpunkt war so orientirt, dass (s. o.) die Formel:

$$J' = \frac{p}{p - x}\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 J''$$

Platz griff. Es war dann $\varphi = \operatorname{arctan} \sqrt{x}$ (etwa 41°), was, wie wir oben zeigten, für die Empfindlichkeit des Apparates nicht von Vortheil ist. Jedoch bewiesen die angestellten Versuche durchweg (später habe ich auch mit Photometern gearbeitet, bei denen J'' nicht fest mit dem Kasten verbunden war), dass auch z. B. bei der Auswerthung von Magnesiumlicht gegen Normalkerzen, die bei verschiedenen Winkeln φ, verschiedenen Entfernungen (l_1/l_2) und von verschiedenen Beobachtern erhaltenen Werthe von J' den Verhältnissen entsprechend gut übereinstimmten. p und x wurden, um einen recht genauen Werth von x zu erzielen, anfangs nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet.

Wie schon an anderer Stelle erwähnt, ist die Empfindlichkeit des Apparates wesentlich abhängig von der Orientirung des Analysators. Bei der Benutzung [illegible] in der eben dargelegten Anordnung stehen Drehungswinkel nur für φ [illegible] $\sqrt{x}$ zur Verfügung; es wird für:

φ	$\frac{p}{p - x}$
70°,	1,11
65	1,20
60	1,33
55	1,58
50	2,10
45	4,00

[illegible] bis zum Werthe $\varphi = \operatorname{arctan} \sqrt{x}$ wächst der Factor sehr schnell [illegible] Anordnung ist daher nicht sehr günstig. — Die Anwendung des [illegible] sich auch nicht besonders. Hier liegt das Gebiet des [illegible] den Werthen von $\varphi < \sqrt{1/x}$; es wird dann für:

φ	$\frac{1}{1 - x}$
10°,	1,02
20	1,16
30	1,33
40	2,12
45	4,00

[illegible] liegt hier etwa bei 50°, wo $1/_{1-xp} = \infty$ wird. [illegible] Anwendung des Factors $1/_{q-x}$ oder $1/_{1-xq}$, wo also [illegible] Strahlenbündel den Analysator passirt. In [illegible] diese Anordnung getroffen und die betreffende [illegible] werden.

[illegible] muss noch mit $(1 + 2a/l_1)$ multiplicirt werden, um [illegible] zu erhalten, falls a nicht zu gross ist.

In erster Linie beruht die Genauigkeit der Messung natürlich auf der Genauigkeit der Bestimmung der Constante $\varkappa$, die am Besten an einem besonderen Apparate in der Werkstatt des Mechanikers zu bestimmen wäre. Diese Constante kann aber vollkommen umgangen werden bei Anwendung der bereits geschilderten doppelten Compensation mit oder ohne Einschiebung eines analysirenden Nicol. Dieses kann so orientirt sein, dass 1. sämmtliche Lichtbündel, 2. nur die von der Hauptquelle, 3. die von der Nebenquelle kommenden, 4. die beiden durch das Nebenprisma, 5. die beiden durch das Hauptprisma gehenden Bündel analysirt werden. Bei der ersten, vierten und fünften Anordnung ist von λ abgesehen der direct an der optischen Bank abgelesene Werth giltig, also $J' = J''\,(l_1/l_2)^2$, bei 2. und 3. gelten die Formeln:

$$J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \frac{q\,(1-\varkappa)}{(p-\varkappa)}$$

und

$$J' = J''\left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 \frac{(p-\varkappa)}{q\,(1-\varkappa)}.$$

Die in der Construction liegenden Schwierigkeiten werden bestimmen, welche von diesen Anordnungen die günstigste ist. Jedenfalls ist das Ergebniss interessant, dass man bei doppelter Compensation und beliebiger Stellung des Analysators ohne irgend eine Constante den rechnungsmässigen Zusammenhang herstellen kann nur nach dem Entfernungsgesetz. Denn die durch die Glasprismen bedingte Constante wird in dem definitiven Apparat, wie schon angedeutet, durch Benutzung dreier gleicher Glasprismen vermieden. Natürlich ist die Vollständigkeit der Compensation nicht unabhängig von der Grösse der Drehung und es empfiehlt sich daher auch hier, l_1 und l_2 nicht ein für allemal im Versuch constant zu halten. Interessant ist der Umstand, dass beim Arrangement 1. die Identität beider Spalthälften erreicht ist für $\varphi = \arctan\sqrt{\varkappa}$, was eventuell zur Bestimmung von $\varkappa$ benutzt werden kann. Dieser Durchgangsmoment ist natürlich zur Anwendung der Formel nicht brauchbar, da für jedes l_1/l_2 Gleichheit der Intensität in beiden Hälften erreicht ist. Aehnliches gilt für Formel 4. und 5.

Wir haben bisher angenommen, dass die Verbindungslinie der Lichtquellen senkrecht auf der optischen Axe stehe. Man kann aber auch unter Anwendung nur eines Glasprismas nach Zöllner's und Weber's Vorgang die Hauptquelle in der optischen Axe und die Vergleichsquelle in einem senkrecht angesetzten Tubus aufstellen, so dass deren Licht in die optische Axe total reflectirt wird.

Ueber Quecksilberreinigung.

Von

B. Karsten in Kiel.

Wie wichtig für ein physikalisches Laboratorium der Besitz eines Apparates ist, der es gestattet, ohne grosse Mühe und Kosten chemisch reines Quecksilber herzustellen, erhellt schon aus der grossen Zahl von Beschreibungen derartiger Apparate; es sei hier nur verwiesen auf die Aufsätze von Weinhold (*Rep. d. Physik 1873 S. 69; 1879 S. 1; 1887 S. 791*), Weber (A. a. O. *1879 S. 52*), Wright (*diese Zeitschr. 1882 S. 461*), Morse (*Chemiker-Zeitung 1885 S. 964*), Nebel (*diese Zeitschr. 1887 S. 175*) und Bohn (A. a. O. *1887 S. 389*).

Der letztgenannte Aufsatz veranlasst mich zu der Bemerkung, dass das Bohn'sche Doppelbarometer im Princip vollkommen identisch ist mit dem von L. Weber (*Rep. d. Phys. 1879 S. 52*) beschriebenen Apparat; es unterscheidet sich von diesem nur dadurch, dass Bohn's Doppelbarometer nicht aus Glas, sondern aus Eisen ist, ein Umstand, der schwerlich einen Vortheil in sich schliesst, da eiserne Röhren schwer zu reinigen sind, und man nicht sieht, was in dem Apparate vor sich geht.

Im hiesigen physikalischen Institut benutzen wir seit einer Reihe von Jahren folgende Apparate zur Reinigung des Quecksilbers. Das mechanisch und chemisch verunreinigte Quecksilber wird durch einen Trichter in ein Glasrohr *A* (Fig. 1) gegossen, das unten durch ein eingekittetes Stück Bambusrohr verschlossen ist. Das Bambusrohr hält den gröbsten Schmutz zurück und lässt das Quecksilber in feinen Strahlen in das etwa 4 *cm* weite, 120 *cm* lange Glasrohr *B* herabfallen, das zum grössten Theil mit Salpetersäure 1 : 50 Wasser, in dem unteren, auf 1 *cm* verjüngten Theil mit Quecksilber gefüllt ist. Wenn so viel Quecksilber durch das Bambusrohr filtrirt ist, dass der Druck der verdünnten Salpetersäure und des Quecksilbers zusammen im weiten Rohre gleich dem Druck der Quecksilbersäule bis *D* ist, fliesst bei *D* das Quecksilber aus, das meist etwas oxydirt ist, aber für viele Zwecke doch schon die nöthige Reinheit besitzt. Bei *C* befindet sich eine gewöhnlich verschlossene Oeffnung zum Ablassen der Salpetersäure. — Dieser Apparat wurde schon früher von Prof. v. Beetz in München und Prof. Paalzow in Berlin benutzt; von wem er ursprünglich herrührt, ist mir unbekannt.

Fig. 1.

Um chemisch reines Quecksilber herzustellen, benutzen wir den in Fig. 2 dargestellten Destillationsapparat, der principiell mit dem von Nebel angegebenen gleich ist und auch Aehnlichkeit hat mit dem zwar vollkommneren, aber auch complicirteren Apparat von Weinhold (*Rep. d. Phys. 1873 S. 69*); in dieser Form rührt derselbe ebenfalls von L. Weber her, ist aber bisher noch nicht beschrieben. Ein etwa 15 *mm* weites, 80 *cm* langes, oben zu einer Kugel von ungefähr 6 *cm* Durchmesser ausgeblasenes Rohr *B* steht in einem Medicinglas *C*, dessen Boden abgesprengt ist; durch den Hals desselben, der mit einem Korken verschlossen ist, geht ein zweites Rohr von etwa 1 *cm* äusserem Durchmesser, das sich etwa 40 *cm* vom oberen in der Mitte der Kugel mündenden Ende zur Capillare verengt (Siehe Fig. 3, natürl. Grösse), eine Gesammthöhe von etwa 145 *cm* hat und unten bei *D* aufwärts gebogen ist. (Fig. 2). Um den Apparat in Gang zu setzen, giesst man entweder das Medicinglas voll Quecksilber und stellt dann bei *D* Verbindung mit einer Wasserluftpumpe her, wodurch im weiten Rohr eine Quecksilbersäule von annähernd Barometerhöhe gehoben wird oder, noch einfacher, man füllt das weite Rohr einschliesslich Kugel mit Quecksilber und kippt, wodurch derselbe Zweck erreicht wird. — Das Vacuum in der Kugel ist dann aber zur Destillation noch nicht genügend; um dies zu erreichen, giesst man allmälig einige Pfunde Quecksilber in die Flasche, so dass dasselbe tropfenweise in das enge Rohr überfliesst, welches dann durch die Verengung als Sprengel'sche Luftpumpe wirkt und in kurzer Zeit ein genügendes

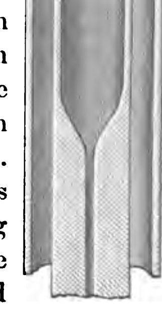


Fig. 3.

Fig. 2.

Vacuum erzeugt. Jetzt bringt man an die Kugel die Flamme eines Ringbrenners an und die Destillation geht ununterbrochen beliebig lange fort; jeder überdestillirende Tropfen pumpt die etwa aus dem Quecksilber sich entbindende Luft wieder aus, und das vollkommen reine Quecksilber fällt bei *D* in ein untergestelltes Glas. — Wie hoch man in *C* Quecksilber aufgiessen kann, hängt natürlich vom Barometerstand ab, und durch ein zweites Gefäss, das man mit *C* durch Heber oder sonstwie verbindet, kann man für Zufluss von Quecksilber sorgen.

Der Apparat, einmal montirt, ist Jahre lang zu gebrauchen, schnell in Gang zu setzen und schnell abzustellen. Wenn der Barometerstand nicht allzusehr wechselt, kann man ihn Tag und Nacht gehen lassen und braucht in 24 Stunden nur zwei- bis dreimal Quecksilber aufzugiessen.

Die Vorzüge sind: 1) Einfachheit in der ersten Zusammenstellung und im Gebrauch; 2) Erzielung vollkommen reinen Quecksilbers, da die Destillation gleichmässig, ohne eigentliches Kochen des Quecksilbers vor sich geht, so dass keine fremden Metalle mitgerissen werden; 3) Ausschluss von Quecksilberdämpfen, da die Destillation im Vacuum geschieht; dadurch wird auch die Oxydation des Quecksilbers verhindert; 4) Geringe Kosten, sowohl des Apparates wie des Destillirens. Unser Apparat destillirt bei einem Gasverbrauch von rund 40 *Liter* pro Stunde reichlich 250 *g* Quecksilber, was nach hiesigen Gaspreisen einem Preis von 3 Pfennig pro *Kilo* entsprechen würde. In den Eingangs citirten Abhandlungen findet sich keine Angabe über den Gasverbrauch, so dass ein Vergleich des beschriebenen Apparates mit anderen in dieser Beziehung nicht möglich ist.

Bemerkungen über die Ausführung magnetischer Beobachtungen auf Reisen.

Von

Prof. **E. Gelcich** in Lussinpiccolo.

Seit einiger Zeit bin ich mit magnetischen Beobachtungen beschäftigt und im vergangenen Sommer bereiste ich die nordwestlichen Balkanländer, um die erdmagnetischen Elemente einiger Stationen zu ermitteln. Die Erfahrungen, die ich hierbei sammelte, bieten vielleicht für Manchen, der Reisebeobachtungen unternehmen will, einiges Interesse, weshalb ich mir erlaube, sie hier zu veröffentlichen.

Es scheint gegenwärtig ein immer regeres Interesse für erdmagnetische Untersuchungen zu erwachen. Haben wir manche Fortschritte in der Erkenntniss des Zusammenhanges zwischen den periodischen Aenderungen der erdmagnetischen Elemente und den Sonnenflecken gemacht, so besitzen wir noch sehr wenig Material, um über die Beziehungen zwischen den magnetischen und tektonischen Linien etwas Näheres sagen zu können. Und gerade dieser Gegenstand gewinnt immer mehr an Bedeutung! Auch wissen wir sehr wenig über die säculare Aenderung der magnetischen Elemente, wenigstens auf dem europäischen Continente, während Schott für die magnetische Aufnahme Nordamerikas bemerkenswerthe Fortschritte nach dieser Richtung aufzuweisen hat. Es wäre zu wünschen, dass auch in denjenigen europäischen Staaten, wo dies bisher noch nicht geschehen ist, zahlreiche passend vertheilte Stationen magnetisch bestimmt und dass die Beobachtungen von Zeit zu Zeit wiederholt würden. Hierzu werden zweckentsprechend gebaute und dabei doch compendiöse Reiseinstrumente gebraucht werden. Die Instrumente, welche mir bei meinen Reise-

beobachtungen zu Gebote standen, machten keinen besonders guten Eindruck, sowohl was Bequemlichkeit der Handhabung, als was Genauigkeit der Messung betraf; ich will im Folgenden hierauf näher eingehen.

Eine der ersten Bedingungen für wissenschaftliche Reisen ist bekanntlich die, möglichst compendiöse Instrumente zur Verfügung zu haben, und die Anzahl derselben auf das geringste Maass zu beschränken. Hiergegen scheint bei magnetischen Aufnahmen noch vielfach gefehlt zu werden; bei manchen solchen Reisen hat man ausser den magnetischen Instrumenten noch zwei Winkelmessinstrumente benutzt, einen Theodoliten zur Bestimmung des Azimuths der Mire und ein Reflexionsinstrument mit künstlichem Horizont. Eins dieser Instrumente wird überflüssig, wenn man ein Universalinstrument zur Anwendung bringt; ich habe ein solches von Starke in Wien mit Vortheil benutzt. Am Besten wäre es, wenn die Einrichtungen zur Bestimmung des Azimuths der Mire und zur Zeitbestimmung mit dem Magnetometer verbunden würden. E. Schneider in Währing bei Wien hat nach Angaben Prof. Osnaghi's einen magnetischen Universaltheodoliten *(Carl's Repert. f. Physik. 14 S. 158)* für feste Beobachtungsstationen construirt, welcher mit einem Passageninstrumente verbunden ist und auch das Inklinatorium in sich trägt. Für Reisezwecke empfiehlt es sich indess, von der Verwendung eines Durchgangsinstrumentes, das den Beobachter an bestimmte Tageszeiten bindet, abzusehen; sollen die Stationen schnell erledigt werden, so ist es praktischer, den magnetischen Theodoliten so anzuordnen, dass man jederzeit Azimuthmessungen, z. B. der Sonne anstellen kann. Auch der Lamont'sche Reisetheodolit liesse sich so einrichten, dass er den hier gestellten Bedingungen genügte, doch müsste dann das Instrument etwas grössere Dimensionen erhalten. Den Mechanikern eröffnet sich hier noch ein Feld nutzbringender Thätigkeit [1]).

Bei meinem Lamont'schen Reisetheodoliten war das Gestell, in dem die Nadel montirt war, auf zwei Seiten mit viereckigen, durch Plangläser verschliessbaren Oeffnungen versehen. Bei den Beobachtungen im Freien zeigte es sich nun, dass die Plangläser keinen guten Verschluss herstellten. Der geringste Luftzug genügte, um eine vollkommene Beruhigung der Nadel zu hindern. Eine Belegung der Berührungsflächen mit Tuch führte nicht zu dem gewünschten Besultate; ich bedeckte bei den Beobachtungen schliesslich das ganze Gehäuse mit einem Tuche und erhielt dann selbst bei frischem Winde vollständige Ruhe der Nadel.

Störend empfand ich bei meinem Theodoliten den Mangel einer Horizontalskale zur Schätzung der Schwingungsweiten der Nadel; will man sich nicht dazu entschliessen, solche Skalen anzubringen, so sollten wenigstens einige Verticalfäden nicht fehlen.

Es ist sehr schwer, den Verticalfaden des Fernrohres während der Beobachtung bezüglich seiner senkrechten Stellung zu controliren. Vor der Beobachtung stellt man den Faden vertical wie gewöhnlich bei den geodätischen Instrumenten, indem man einen genügend entfernten Punkt anvisirt und das Fernrohr langsam auf- und abwärts bewegt. Geschieht es aber während der Beobachtung, oder wenn man das Magnetgehäuse auf der Alhidade schon angeschraubt hat, dass die Stellung des Ocularrohrs geändert werden muss, so hat man keine Garantie mehr für die Fadenstellung als die blosse Schätzung nach Augenmaass. Da für mein Auge je nach der Beleuchtung und der Stellung der Sonne zum Fernrohre eine öftere Veränderung

[1]) Die bei der magnetischen Aufnahme von Frankreich gebrauchten kleinen Reiseinstrumente, über welche in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschr. Näheres mitgetheilt werden soll, dürften den aufgestellten Bedingungen genügen. D. Red.

in der Stellung des Oculars erforderlich war, so war ich immer, so oft eine solche vorgenommen werden musste, wegen der Verticalstellung des Fadens zweifelhaft. Je ein Index am Ocular und am Fernrohrtubus würden alle Zweifel beseitigen.

Ein Mangel der Reisetheodolite ist die Einrichtung des Messingrohrs, welches den Faden trägt und wegen der Torsion möglichst lang, aus Verpackungsrücksichten wieder möglichst kurz gewählt werden muss. Um beiden Anforderungen nachzukommen, macht man das Rohr zweitheilig und zwar so, dass der eine Cylinder in den anderen hineingeschoben wird. Bei der Operation des Hinein- und Herausschiebens geschieht es nun häufig, dass der Faden reisst. Vielleicht liesse sich die Einrichtung treffen, dass der Faden durch Schrauben und Wellen aufgerollt und dass das Rohr zum Umklappen angeordnet würde.

Beim Wechseln des Fadens sollte man den neuen Faden jedesmal zuerst mit einer Lupe untersuchen, ob nicht Risse vorhanden sind. Es ist mir verschiedene Male vorgekommen, dass während der Beobachtung bei sehr leichten Windstössen die Nadel zu zittern anfing, um gleich darauf hinabzufallen, weil der Faden unbrauchbar geworden war. Oft pflegt man mehrere Reservefäden auf Cartonstücke aufzuwickeln, um im Bedarfsfalle die Fäden rasch bei der Hand zu haben. Solche Fäden zeigen beinahe immer schadhafte Stellen; es ist besser, sie lieber auf Rollen aufzuwickeln, oder noch besser, ein einfaches Bund derselben mitzunehmen.

Ich habe mir ferner oft die Frage gestellt, warum der Declinationsmagnet mit angehängtem Spiegel so gross und so schwer gemacht wird. Würde man anstatt eines einzigen Stabes mehrere magnetisirte Stahllamellen anwenden, so könnte man eine genügende Richtkraft bei weit kleinerem Gewichte erreichen. Was die Fassung des Metallspiegels anbelangt, so sollte man sie einfach aus Aluminium anfertigen. Dieselben Grundsätze könnte man auch auf die Ablenkungsnadel für die Messung der Horizontalintensität anwenden.

Ich komme nun auf die Intensitätsmessung zu sprechen. Hier sind sehr bedeutende Mängel hervorzuheben, welche weniger auf die Bequemlichkeit der Beobachtung, dafür aber, was weit wichtiger ist, auf die Genauigkeit der Resultate wesentlich einwirken. Diese Mängel sind folgende:

1. Man hat beim Lamont'schen Reisetheodoliten keine Mittel, um sich zu überzeugen, dass die Nadel ganz frei hängt, beziehungweise, dass der Faden oder der obere Ansatz der Nadel nicht irgendwo anlehnt.

2. Die Einstellung der Ablenkungsnadel und der Ablenkungsmagnete in ein und dieselbe Ebene ist der Schätzung nach Augenmaass zu sehr überlassen.

3. Auf den Einfluss der Temperatur wird viel zu wenig Rücksicht genommen.

Was den ersten Punkt anbelangt, so wüsste ich kein Mittel, um demselben abzuhelfen, als dass man den unteren Theil des Rohrs und das Magnetgehäuse stellenweise aus Glas mache, um besser hineinsehen zu können, als es gegenwärtig der Fall ist.

Um dem zweiten Mangel abzuhelfen, pflegt man über den auf die Schiene gelegten Magnet gegen die abzulenkende Nadel zu visiren, was aber nicht genügen kann. Nadel und Ablenkungsmagnete sollten mit gut sichtbaren Zeichen, etwa mit Spitzen versehen sein, die als Visirpunkte dienen könnten.

Was den Einfluss der Temperatur anbelangt, so muss ich hervorheben, dass die Ablenkungsschiene das Thermometer nur auf der einen Seite des Rohrs trägt, und dass dieses Thermometer mit der Quecksilberkugel und mit einem Drittel seiner Länge in einem Metallcylinder steckt. Die Ablenkungsnadel befindet sich bald auf

der einen, bald auf der andern Seite des Rohrs; die abzulenkende Nadel endlich ist in einem Metall- und Glashäuschen untergebracht. Die Einwirkung der Temperatur auf diese verschiedenen Bestandtheile, besonders wenn man im Freien und der directen Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt beobachtet, ist eine sehr verschiedene; man kann mit Sicherheit behaupten, dass die Ablesungen am Thermometer ganz unsichere Zahlen liefern. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, sollte man je ein Thermometer auf beiden Seiten des Rohrs anbringen, um jedesmal auf jener Seite ablesen zu können, an welcher sich der Ablesungsmagnet befindet; diese beiden Thermometer und die Ablenkungsmagnete sollten entweder ganz gleich exponirt sein oder den gleichen Schutz besitzen, was wohl leicht zu erreichen ist.

Bei der Berechnung der Declination leitet man dieses Element auf Zehntelminuten, die Horizontalintensität auf vier Decimalstellen der Gauss'schen oder auf fünf der elektrischen Einheit ab, während die Ablesung nur auf halbe Minuten erfolgt. Es hat keinen rechten Sinn, Rechnungen mit vier und fünf Decimalen durchzuführen, wenn die ersten Rechnungselemente nicht mit der entsprechenden Schärfe abgelesen worden sind. Bei einer nur ganz geringen Vergrösserung des Alhidadendurchmessers könnte man die Minuten mindestens in drei Theile theilen, so dass man 20″ ablesen und 10″ noch gut schätzen könnte.

Schliesslich einige Worte über das Zählen der Schwingungen. Gewöhnlich ist dies für Anfänger die schwierigste Operation, welche die meiste Geduld erfordert, da Auge, Ohr und Hand gleichzeitig und in verschiedener Weise beschäftigt sind. Am Einfachsten geht man dabei wie folgt zu Werke. Man zählt zu Anfang einige 30 bis 40 Schwingungen, indem man sich der von Liznar (*Anleitung zur Messung und Berechnung der Elemente des Erdmagnetismus. Wien 1883. S. 16. Commissionsverlag von Carl Gerold & Sohn*) angegebenen Methode bedient. Man zeichnet eine die Schwingungen veranschaulichende Curve und lässt sie durch eine Senkrechte schneiden. Während man nun mit der rechten Hand die Zeit notirt, kann die linke auf dem Papier ruhen, und nach jedem Durchgange wird der Zeigefinger um einen Durchschnittspunkt der Senkrechten mit der Curve weiter gerückt.

Im Felde hat man aber oft nicht den nöthigen Platz, um rechts und links vom Instrument Beobachtungsbuch und Papier hinzulegen; dann ist es gut, die ersten Schwingungen mit den Fingern zu zählen. Hat man vier oder fünf Zeiten notirt, so ist das Zählen überhaupt nicht mehr nothwendig. Es ergiebt sich nämlich eine Periodicität in den Beobachtungszeiten, die gute Dienste leistet. Ich pflege zunächst für das Journal eine Reihe von Zeichen *r* und *l* aufzuschreiben, so viele, als ich Ablesungen zu machen wünsche. Dann zähle ich die Chronometerzeiten, indem ich die Schwingung Null dann annehme, wenn sich die Nadel von rechts nach links begiebt, und erhalte z. B., nach einem Chronometer, welcher halbe Sekunden schlägt und zeigt, die nachstehenden Aufzeichnungen:

Schwingung	0 *l*	10^h	50^m	$17{,}0\frac{s}{2}$
	5 *r*			47,9
	10 *l*			77,2
	15 *r*			107,5
	20 *l*		51	17,5
	25 *r*			46,8
	30 *l*			77,5

Es ist klar, dass, so oft sich der Secundenzeiger nahe bei den Schlägen 17, 47, 77, 107 befindet, ein Durchgang stattfinden muss, der mehreren ganzen Viel-

sachen von 5 entspricht. Jedesmal also, wenn der Zeiger 10, 40, 70 oder 100 schlägt, beginne ich wieder zu zählen und bringe das Auge an das Fernrohr. Als Controle dienen mir die Aufzeichnungen *r* (rechts) und *l* (links), welchen ich den richtigen Augenblick der Beobachtung entnehme.

Ueber die Mängel der Inklinatorien hat E. Leyst in dem Petersburger *Repertorium für Meteorologie Bd. X, No. 5* (vgl. auch diese Zeitschrift 1887. S. 253) eine werthvolle Abhandlung veröffentlicht, die jedem Beobachter bestens empfohlen werden kann.

Die obigen Ausführungen wollten auf Mängel der magnetischen Reiseinstrumente aufmerksam machen. Es wäre zu wünschen, dass sich auch andere Fachgenossen entschliessen wollten, ihre Erfahrungen auf diesem Gebiete mitzutheilen.

Referate.

Ein neuer Seismograph.

Von Dr. C. Fröhlich. *Elektrotechn. Zeitschr.* **8.** *S. 502. Repert. d. Phys.* **24.** *S. 79.*

Der Apparat ist bereits in dem Berichte über die vorjährige Wiesbadener Ausstellung (diese Zeitschr. 1887 S. 434) kurz erwähnt worden; er ist aber interessant genug, um, da nunmehr eine genauere Beschreibung vorliegt, etwas näher geschildert zu werden.

Der Seismograph zeigt das Vorkommen von Erdstössen durch sechs auf elektrischem Wege ausgelöste, paarweise unter einander stehende Fallscheiben an, von denen vier den Haupthimmelsrichtungen entsprechen, während zwei das Vorkommen von verticalen Stössen, bezw. ob Hebung oder Senkung des Erdbodens stattgefunden hat, zur Darstellung bringen.

Zur Aufnahme des ganzen Apparates dient ein Holzgehäuse, welches seitlich und vorn mit Glaswänden versehen ist. Von der Mitte der Deckwand hängt an einem dünnen Faden ein Pendel herab, das mit einem am unteren Ende des Pendelkörpers angebrachten Metallstifte in ein mit Quecksilber gefülltes und auf eine Ebonitscheibe geschraubtes Näpfchen eintaucht. An den Rand der Ebonitscheibe legt sich eine Metallschiene, an deren anderer Seite der eine Pol einer Signalbatterie liegt. Der Pendelkörper ist von vier, um je 90° von einander abstehenden Federn umgeben; die Federn sind mit je einer der vier, die Horizontalrichtungen angebenden Fallscheiben, bezw. dem sie auslösenden Elektromagneten leitend verbunden.

Zum Anzeigen der verticalen Stösse dient ein doppelarmiger Hebel, an dessen einem Arm eine verticale, an ihrem unteren Ende an einer Klemme befestigte Spiralfeder angebracht ist, während der andere Arm einen oben und unten mit Metallstiften versehenen conischen Körper trägt; bei Eintritt eines verticalen Stosses berührt, je nachdem eine Hebung oder Senkung stattfindet, der eine der beiden Stifte des Conus eine von zwei Contactfedern, welche mit den die Auslösung der beiden letzten, die verticalen Stösse anzeigenden Fallscheiben verbunden sind.

Wird nun in Folge eines Erdstosses das Pendel oder der Hebelarm mit dem Conus gegen eine der Federn geworfen, so verhütet das Quecksilber bezw. die Spiralfeder eine hin und hergehende Bewegung. Die Berührung mit einer der Federn bleibt bestehen und der Apparat zeigt an, von welcher Himmelsrichtung der Stoss kam, bezw. ob Erhebung oder Senkung des Erdbodens stattgefunden hat.

Die Signalbatterie dient gleichzeitig zum Betriebe einer Alarmvorrichtung sowie einer Arretirung der Uhr, um die genaue Zeit des Stosses feststellen zu können.

Als besonderen Vorzug des Apparat sieht Verf. es an, dass der eigentliche Seismograph an beliebigem Orte aufgestellt werden kann, während Alarmvorrichtung und Uhr im Beobachtungszimmer untergebracht werden, ein Umstand, den alle elektrisch fungirenden Seismographen mit dem neuen Apparate gemein haben.

Neuerdings hat Verf. den Apparat mit einer Registrirvorrichtung versehen, um den ganzen Verlauf einer Erdschwankung, Dauer, zeitliche Aufeinanderfolge und Intensität der einzelnen Stösse darstellen zu können. Je nach der Intensität der Stösse bewirken die Contactfedern einen länger oder kürzer dauernden Stromschluss; dieser Strom wird durch eine Zweigleitung auf einen Schreibapparat der nachfolgenden Construction übertragen. Eine Magnetisirungsspirale trägt an ihrem Kopfe eine Rolle; über diese führt ein Faden, an dessen einem Ende ein leichter hohler Eisencylinder befestigt ist, der in die Höhlung der Spule hineinragt, während das andere Ende einen mit Schreibstift versehenen Metallstreifen trägt, der mittels einer Führung und eines Gewichtes an eine Registrirtrommel leicht angedrückt wird. Durchzieht nun ein Strom die Spule, so wird der Eisencylinder in die Höhlung hineingezogen und zwar um so tiefer, je länger und intensiver der Strom wirkt; dadurch wird die Schreibfeder gehoben; lässt der Strom nach, so wird der Schreibstift durch sein Gewicht wieder hinabgezogen und der Eisencylinder steigt bis zu einer bestimmten durch einen Anschlag fixirten Höhe. Solcher Schreibapparate sind in verschiedenen Höhen der Registrirtrommel drei angebracht, einer für die Nord-Süd-, einer für die Ost-West-, und einer für die verticalen Stösse. *W.*

Ueber ein Schutzring-Elektrometer mit continuirlicher Ablesung.

Von G. Jaumann. *Ber. d. K. Akad. d. Wissensch. zu Wien. II. 1887. S. 652.*

Das absolute Elektrometer von Thomson trägt bei der hier besprochenen Modification in dem centralen Ausschnitt des oberhalb der Standplatte angebrachten Schutzringes eine den Ausschnitt nahezu ausfüllende „Collectorplatte“ aus Messingblech von etwa 4 *cm* Radius und 0,7 *mm* Dicke. Oberhalb der Platte und mit dieser fest verbunden liegt horizontal ein Magnetstab, der seinerseits eine horizontal liegende Platte von 2 bis 3 *cm* Durchmesser trägt; diese Platte und mit ihr die gesammte beschriebene Anordnung ist trifilar aufgehängt, wobei die Directionskraft der Aufhängung die des Magneten nahezu erreicht. Mit Hilfe der letzteren wird der Magnet senkrecht zum Meridian gestellt. Bei der Ausführung der Messung wird die unter der Collectorplatte befindliche Platte geladen und dadurch eine Anziehungskraft f, gleichzeitig aber auch eine mit Spiegel und Skale zu messende Drehung α erzeugt. Bezeichnet α_0 den von der Magnetaxe und der Meridianverticalen eingeschlossenen Winkel bei der Anziehung Null, so wird die elektrische Anziehung f in absolutem Maasse ausgedrückt durch eine Gleichung von der Form:

$$f = (A + A^2 B \tan\alpha)(\tan\alpha - \tan\alpha_0),$$

worin α die beobachtete Ablenkung, A und B noch näher zu bestimmende Constanten des Instrumentes bedeuten. — Die zur Graduirung des Elektrometers erforderlichen Gewichtsstücke werden auf die obere trifilar aufgehängte Platte aufgelegt. Durch Anwendung eines in geschmiedetem Feinkupfer keilförmig ausgesparten Hohlraumes als Dämpfer gelingt es, die Schwingungen des Magneten völlig aperiodisch zu machen. *B.*

Messbrücke zur Bestimmung des magnetischen Widerstandes.

Von Th. A. Edison. *Scientif. Amer. 57. S. 169.*

Die Brücke, deren Zweck die Bestimmung des magnetischen Widerstandes von Eisen sein soll, ist der Wheatstone'schen Brücke analog gebaut. Die vier Seiten werden aus Barren von weichem Norwegischen Eisen gebildet; zwei der Diagonalpunkte bilden die Pole eines starken mittels Batteriestrom erregten Elektromagneten, während in der anderen Diagonale ein Magnetometer mit Spiegelablesung liegt. Wie die Batterie der Wheatstone'schen Brücke in den Endpunkten der Diagonale eine Potentialdifferenz hervorruft, die durch Veränderung der Seiten zu Null gemacht wird, so soll bei der magnetischen Messbrücke durch den Elektromagneten in den Endpunkten der betreffenden Diagonale eine Differenz in den magnetischen Potentialen erzeugt und diese zur Messung benutzt werden. Die Theorie der Brücke wird zwar derjenigen der Wheatstone'schen analog hergeleitet, ist aber recht mangelhaft

begründet. Keinesfalls sind exacte Messungen wie mit Hilfe der Wheatstone'schen Brücke möglich, sondern höchstens oberflächliche qualitative Vergleiche über die Magnetisirungsfähigkeit der betreffenden Eisensorten. *B.*

Ueber Reflexions-Distanzmesser.

Von Prof. Dr. W. Jordan, *Zeitschrift f. Vermessungswesen.* **16.** *S. 217 u. 559.*

Verfasser hat die schon von vielen Anderen, z. B. von Fallon, Bauernfeind, Klinkerfues u. A. m. unternommenen Studien, das Princip der doppelten Reflexion, welches beim Spiegelsextanten und ähnlichen Instrumenten zum Winkelmessen benutzt wird, zur Distanzmessung ohne Latte zu verwenden, auf's Neue aufgenommen. Wenn seine Bemühungen auch noch nicht zu dem von ihm gewünschten Resultat geführt haben, so theilt er doch seine Erfahrungen in dankenswerthester Weise mit, um denjenigen Fachgenossen, die sich mit demselben Gegenstande befassen wollen, die Schwierigkeiten und Enttäuschungen der ersten Versuche zu ersparen.

Verf. knüpft an das von L. A. Fallon im Jahre 1802 in *Zach's monatl. Corr.* **6.** *S. 246* mitgetheilte Instrument an; dasselbe, Engymeter genannt, beruhte auf dem Princip des Spiegelsextanten. An den Enden einer 3 *Fuss* langen Holzbasis sind zwei Spiegel angebracht, ein kleiner fester und ein grosser beweglicher; ersterer ist vor einem kleinen Fernrohre unter 45° Neigung zur optischen Axe desselben befestigt und zwar derart, dass man durch die unbelegte Mitte desselben nach einem entfernten Objecte visiren kann und der Mittelpunkt des Spiegels in der Visirlinie liegt. Senkrecht zu dieser Visirlinie steht die Verbindungslinie der Centren der beiden Spiegel, die mathematische Basis des Instruments. Der grosse bewegliche Spiegel steht mit einer auf dem Holzkörper des Instrumentes mittels einer Mikrometerschraube drehbaren Alhidade in Verbindung. Visirt man nun durch das Fernrohr und den unbelegten Theil des kleinen Spiegels nach einem Object, so kann man dasselbe durch geeignete Drehung des grossen Spiegels nach doppelter Reflexion zum zweiten Male in der Visirlinie erblicken und beide Bilder zur Deckung bringen. Der Winkel, unter dem das Object von den Mitten der beiden Spiegel aus gesehen wird, ist gleich dem doppelten Neigungswinkel der Spiegel; letzterer Winkel ist aus der Lage der Mikrometerschraube zu ermitteln. — Um die Brauchbarkeit dieser Construction zu prüfen, liess Verf. zunächst ein Versuchsmodell nach dem Fallon'schen Principe durch Mechaniker Randhagen in Hannover construiren, bei welchem Hauptkörper und Alhidade nur aus Holz waren und die Basis eine Länge von 1 *m* hatte. Die mit diesem Modelle gemachten Erfahrungen befriedigten nicht. Die aus einer Reihe von je 10 Einstellungen ermittelten Fehler wichen von den theoretisch unter Annahme eines mittleren Einstellungsfehlers von $\pm 5''$ berechneten in ganz unregelmässiger Weise ab. Verf. schreibt den Misserfolg der Holzconstruction des Modelles zu; die hölzerne Alhidade federte so bedeutend, dass zwar zwei Einstellungen, welche unmittelbar nach einander mit der Mikrometerschraube gemacht waren, gut übereinstimmten, völlig neue Einstellungen aber, in Zwischenräumen von 5 bis 10 Minuten gemacht, ganz verschieden ausfielen; hierauf besonders aufmerksam zu machen, schien Verf. nicht überflüssig, weil man bei dem Bestreben, die Basisschiene möglichst lang zu machen, etwa nach Bauernfeind's Vorgang mit Verticalstellung, die Holzconstruction nicht ohne zwingende Gründe aufgeben würde.

Zu einem zweiten Versuche benutzte Verf. einen gewöhnlichen Sextanten von 40 *cm* Halbmesser, an welchem nur die kleine Aenderung angebracht war, dass der kleine Spiegel und die Visireinrichtung möglichst entfernt von dem grossen Spiegel angebracht waren, während für den ursprünglichen Zweck der Winkelmessung diese Abstände sehr klein gewesen waren; das Instrument hatte eine Elfenbeintheilung mit Noniusablesung von $1'$ Genauigkeit; zur Visur diente nur ein Ocularloch; im Schwerpunkte befand sich ein Handgriff. — Dieses Instrument ergab nur für ganz kleine Entfernungen, unter 50 *m*, ausreichende Genauigkeit; über 100 *m* war dieselbe schon ganz gering und über 300 *m* hinaus versagte die Methode ganz. Die Verwendung des Instrumentes ist daher eine beschränkte,

doch würde es sich, wie Verf. hervorhebt, in handlicher Einrichtung und mit einem kleinen Fernrohr versehen, doch zu mancherlei Zwecken verwenden lassen, etwa bei Aufnahme topographischer Einzelheiten, oder bei Katastermessungen.

Trotz der wenig befriedigenden Ergebnisse seiner Untersuchungen glaubt Verf. doch weitere Versuche auf dem Wege, das Reflexionsprincip zur Distanzmessung ohne Latte zu verwenden, empfehlen zu sollen. Mit Recht weist Verf. darauf hin, dass dies Princip für die Aufgaben, die in der Feld- und Landmessung der Distanzenmessung zufallen, vor einem Instrumente mit zwei Fernröhren den wesentlichen Vorzug habe, einer festen Stativaufstellung entbehren zu können. *W.*

Ueber die Bestimmung der Inklination mittels Ablenkungsbeobachtungen.

Von J. Liznar. *Exner's Repert. d. Phys.* **23.** *S. 306.*

Verf. schlägt eine neue Methode vor, den absoluten Werth der Inklination mittels Ablenkungen in einer horizontalen und verticalen Ebene zu bestimmen. Ist in der Horizontalebene der Ablenkungsmagnet senkrecht auf den magnetischen Meridian gelegt, so wird die freie Nadel um einen gewissen Horizontalwinkel abgelenkt. Wird dann ferner dieselbe Nadel in einer zum magnetischen Meridian senkrechten Ebene um eine Schneide drehbar gemacht und der Ablenkungsmagnet in derselben Ebene so aufgelegt, dass er in der Verticalebene der freien Nadel liegt und seine Verlängerung durch die Mitte der letzteren geht, so findet eine Ablenkung im verticalen Sinne statt. Es genügt nun, wie Verf. des Näheren entwickelt, die beiden Ablenkungswinkel auf eine Minute genau zu haben. Zur Messung der Horizontalwinkel schlägt Verf. vor, den Horizontalkreis eines Theodoliten zu benutzen, dessen Fernrohr um eine verticale Axe drehbar ist, ohne jedoch mit dem Magnetgehäuse, das die Schiene trägt, in Verbindung zu sein; zur Messung des verticalen Ablenkungswinkels soll ein eigener Aufbau auf dem Theodoliten befestigt werden, der die Axenlager, den Verticalkreis und die Schiene trägt; der Magnetstab soll so construirt sein, dass man ihn auch horizontal aufhängen und seinen Schwerpunkt vertical und seitlich verschieben kann.

Versuche, nach der beschriebenen Methode auszuführen, ist Verf. leider nicht in der Lage, empfiehlt aber seinen Vorschlag zur Erprobung. *W.*

Bürette.

Von F. Billet. *Journ. de Phys. élém.* **3.** *S. 73.*

Eine Bürette mit seitlichem Abflussrohr zur automatischen Einstellung auf den Nullpunkt (Vergl. O. Licht, D. R. P. No. 27125, diese Zeitschrift 1884 S. 365) ist an dem auf einem Holzfuss stehenden Behälter für die Normalflüssigkeit befestigt; das seitliche Abflussrohr ist mit einem fast bis an den Boden des Behälters reichenden Rohre verbunden. Zum Füllen der Bürette dient ein an ihr oberes Ende angesetzter Kautschukballon, der oben eine mit dem Finger verschliessbare Oeffnung besitzt. Der Apparat wird von Ducretet in Paris geliefert. *Wgsch.*

Einfluss der Versenkung von Maassstäben in eine Flüssigkeit auf die scheinbare Länge derselben.

Von W. Marek. *Anzeig. der K. Akad. d. Wissensch. zu Wien 1887 No. XXIII.*

Angesichts der grossen Schwierigkeiten, welche die genaue Bestimmung der Temperatur eines in freier Luft liegenden Maassstabes darbietet, werden gegenwärtig bei genauen Maassvergleichungen die Stäbe vielfach in eine Flüssigkeit versenkt. Aus den Publicationen derartiger Arbeiten ist aber nicht zu ersehen, dass man hierbei auf die Veränderung Rücksicht genommen hätte, welche die scheinbare Länge eines Stabes durch Einsenkung in eine Flüssigkeit erleidet, obwohl in vielen Fällen diese Veränderung erheblich grösser sein kann als die zu erzielende Genauigkeit der Längenmessung.

Verf. berechnet nun für einen der K. K. Normal-Aichungscommission in Wien gehörigen Stab von 1,028 *m* Länge, der in zwei Punkten bei $^1/_4$ und $^3/_4$ seiner Länge unterstützt war, die totale Aenderung, welche die scheinbare Länge desselben in Folge

der Biegung erleidet, einmal wenn der Stab in Luft, und zweitens, wenn er in einer Flüssigkeit verglichen wird; als Differenz dieser Werthe ergiebt sich der Betrag von 0,7 μ, eine Grösse, welche die Genauigkeitsgrenze moderner Metervergleichungen erheblich übersteigt. — Es darf indess nicht unerwähnt bleiben, dass dieser Betrag sich bedeutend verringern würde für Stäbe, deren Theilung in der neutralen Axe liegt, wie dies bei den neuen Meterstäben der Fall ist; die Theilung des vom Verf. bezeichneten Stabes liegt dagegen in einem verticalen Abstand von 5,2 *mm* von der neutralen Axe. *W.*

Erfahrungen mit dem Thermographen von Negretti & Zambra.

Von H. Wild. *Ann. d. Physik. Centr.-Obs. zu St. Petersburg. 1886. Theil I. S. III.*

Bereits in dem „Berichte über das Jahr 1885“ hatte Prof. Wild mitgetheilt, dass 2,5% aller Registrirungen mit dem Thermographen von Negretti & Zambra nicht verwerthbar waren, hauptsächlich deshalb, weil die Quecksilberfäden nicht immer an der richtigen Stelle abrissen oder das Quecksilber bei der Umkehr ganz nach unten floss. Diese Fehler nahmen im folgenden Jahre sowohl betreffend der Zahl der Thermometer als der Häufigkeit der Fälle so zu, dass nahezu 5% aller Registrirungen unbrauchbar wurden. Prof. Wild liess daher zunächst die regelmässige Bearbeitung der Angaben des Instrumentes und später, nach zweijähriger Functionirung, auch die Controlbeobachtungen bei demselben sistiren. Nach Wild's Erfahrungen ist also der Thermograph von Negretti & Zambra „trotz seiner Kostspieligkeit ein sehr unsicheres Instrument.“ — Wir glaubten, diese Erfahrungen unseren Lesern nicht vorenthalten zu sollen. *W.*

Ueber die Temperaturangaben von attachirten Thermometern.

Von Dr. A. Sprung. *Meteorolog. Zeitschr. 5 (zugleich Zeitschr. d. oesterr. Gesellsch. f. Meteorol. 23) S. 25.*

Gelegentlich der Vergleichungen von Stationsbarometern mit dem Hauptbarometer des Königl. Preuss. Meteorologischen Instituts hat Verf. interessante Studien über die Temperaturangaben der attachirten Thermometer angestellt. — Die Vergleichungen fanden vom November 1886 in einem heizbaren geräumigen Parterrezimmer statt; das Stativ, auf welchem alle Barometer Aufstellung fanden, befand sich in einer Entfernung von 1,25 *m* von demjenigen Fenster, welches vom Ofen am Weitesten entfernt war; der grössere untere Theil des Fensters war zur Erzielung eines gleichförmigen diffusen Lichtes mit Pausleinwand bekleidet. Aus den Beobachtungen ergab sich eine systematische Differenz zwischen den am Normalbarometer und den an den Stationsbarometern abgelesenen Temperaturen; nach Berücksichtigung der individuellen Correcturen der Thermometer zeigte sich am Normalthermometer eine um 0,9° höhere Temperatur als an den Stationsbarometern. Da die Barometer in nahezu vollkommen gleicher Weise exponirt waren, so lag die Vermuthung nahe, die Anomalie in erster Linie in der Beschaffenheit des Hüllrohres zu suchen; dasselbe bestand bei beiden Barometersorten aus Messing mit glänzender Oberfläche, die indessen beim Normalbarometer vernickelt, bei den Stationsbarometern grün lackirt war; auch die Weite des Hüllrohres und ebenso die Form und Grösse der verschiedenen Thermometer war verschieden. Verf. liess deshalb, um die Richtigkeit der obigen Vermuthung zu prüfen, mehrere cylindrische Messinghülsen von genau gleicher Grösse (Durchmesser 26, Länge 80 *mm*), von denen ein Theil vernickelt, der andere grün lackirt war, verfertigen, verschloss die Enden derselben locker mit Korken, führte durch die Durchbohrung je eines Korkes genau gleiche Fünftelgrad-Thermometer mit ihren Kugeln in diese Hülsen ein und war so im Stande, die Hülsen schnell zu entfernen oder zu wechseln, um etwa noch vorhandene individuelle oder örtliche Verhältnisse zu eliminiren; bei den hierauf angestellten Beobachtungsreihen waren die Thermometer am Barometerstativ aufgehängt; die Ablesungen geschahen mit Hilfe eines Fernrohrs. Hierbei ergab aus der Vergleichung dreier Thermometer die vernickelte Hülse eine Erhöhung des Standes um fünf bis sieben Zehntelgrad gegen ein Thermometer ohne Hülse, während die grünlackirte Hülse kaum eine Aenderung herbeiführte; die Wirkung war genau

dieselbe, als die Thermometer bis auf etwa 7 *cm* dem Fenster genähert wurden. Als hierauf die drei Thermometer bis auf 20 *cm* an den geheizten Ofen gebracht wurden, zeigte das mit der Nickelhülle versehene Thermometer immer bedeutend niedriger, das von der Grünlack-Hülse bedeckte hingegen stets merklich höher als das unverhüllte Thermometer. Es liess sich nun zwischen Ofen und Fenster natürlich eine Stelle finden, an welcher die Thermometer in der Nickel- und Grünlack-Hülse nahezu identische Werthe annahmen; dieselbe war vom Fenster etwa 1 *m*, vom Ofen 3,5 *m* entfernt.

Gegenüber diesen systematischen Differenzen, welche auf den grossen Unterschied im Absorptions- und Strahlungsvermögen zwischen der Nickel- und Lackoberfläche zurückzuführen sind, warnt Verf. davor, bei der Bestimmung der Temperatur eines Zimmers selbst mittels eines guten Thermometers sich damit zu beruhigen, wenn das Thermometer durch eine Umhüllung gegen schädliche Strahlungseinflüsse geschützt sei. „Streng genommen wird in dem geheizten Zimmer jeder Körper eine besondere, von seiner Oberflächenbeschaffenheit, seinem inneren Leitungsvermögen u. s. w. abhängige Temperatur besitzen, welche mit derjenigen des umgebenden Mediums im Allgemeinen nicht übereinstimmt. Das gilt z. B. für das Hüllrohr des Barometers, aber auch für die Kugel des Thermometers. Will man mit Sicherheit die wahre Lufttemperatur bestimmen, so bleibt auch im Zimmer nichts Anderes übrig, als dafür zu sorgen, dass das Thermometer mit möglichst vielen Luftpartikelchen in Berührung kommt, indem man z. B. das Thermometer andauernd durch die Luft bewegt, oder noch besser, einen Luftstrom über das Thermometer hinwegsaugt.“ Als sich Verf. letzterer, neuerdings von Dr. Assmann (vgl. diese Zeitschr. 1888 S. 38) in eine verwendbare Form gebrachten Methode bediente, ergab das mit Nickelhülse umgebene Thermometer eine Zimmertemperatur von 17,6°, das mit Grünlack-Hülse versehene 21,5°, während der Stand des aspirirten Thermometers (das Gefäss war von einer kleineren vernickelten Messinghülse umgeben, die am unteren Ende nicht mit Kork verschlossen war) 16,3°, vor und nach der Aspiration im Mittel 17,9° zeigte.

Schliesslich bemerkt Verf., dass für die ausübende Meteorologie die Beachtung der erwähnten Einflüsse kaum von wesentlicher Bedeutung sei, weil die Barometerstände auf 0° reducirt würden und wohl anzunehmen sei, dass innerhalb des Umhüllungsrohres das Quecksilber des Barometers wirklich die am attachirten Thermometer abgelesene Temperatur besitze; gleichwohl solle man danach streben, dass alle einer Vergleichung zu unterwerfenden Barometer, soweit wie möglich, ein gleiches „Kleid“ erhielten, wozu sich dasjenige mit vernickelter Oberfläche am Meisten empfehle. *W.*

Ueber empfindliche Thermometer.

Von Prof. Sp. U. Pickering. *Phil. Mag. 23. S. 401.*

Einer Anregung Lord Raleigh's folgend prüfte der Verfasser, ob die von ihm bereits früher beobachteten Unterschiede der Angaben etwas erwärmter bezw. abgekühlter Thermometer von dem Querschnitte der Röhren abhängen. Das Resultat war ein negatives. — Hierauf werden die Gefässe auf die Hälfte reducirt und gefunden, dass der in Graden gemessene todte Gang grösser statt kleiner geworden war. Hieraus schliesst der Verfasser, dass die Ursache des todten Ganges in einer beim Anfertigen des Thermometers im Innern der Capillaren erfolgenden Condensation von Gasen zu suchen sei, und findet eine Bestätigung in dem Umstande, dass neue und mit grosser Vorsicht angefertigte Thermometer keinen solchen todten Gang zeigten.

Der Verfasser hält es daher für unstatthaft, vor dem Anschmelzen der Capillare dieselbe durch eine vorläufige Calibrirung zu prüfen und glaubt, dass hernach eine solche Capillare für kein empfindliches Thermometer verwendet werden könne. *Pt.*

Neu erschienene Bücher.

L'Électricité. Notions et applications usuelles. Par Aug. Michaut. G. Carré. Paris.

Das vorliegende Werk hätte, selbst wenn es in der gegenwärtigen Form schon vor fünf Jahren erschienen wäre, bereits veraltet und ungenau genannt werden müssen, und hat daher jetzt noch weniger Berechtigung, die grosse Zahl der Bücher über angewandte Elektricität zu vermehren. In einem 400 Seiten starken Octavbande mit Bildern, die zum grossen Theil von wenig Sachkenntniss zeugen, wird die Elektricität in einer Weise abgehandelt, die weder originell noch instructiv genannt zu werden verdient. Selbst wenn der Verfasser das Buch zu den populärsten Darstellungen der Elektricität gezählt sehen wollte, würde dasselbe dem Vorwurfe der Unzulänglichkeit nicht entgehen können, da die fundamentalen Begriffe unklar und verworren definirt sind. Zur Charakterisirung des Werkes genügt die Thatsache, dass die Trommelarmatur gar nicht erwähnt wird und der Kohlenbügel der Edison-Glühlampe nach Verf. einen Millimeter Durchmesser hat. Und dies Buch ist der erste Band einer *Bibliothèque internationale de l'électricité et de ses applications!*

B.

G. Salet. Traité élémentaire de spectroscopie. Paris. Masson. M. 12,00.

L. Burmester. Lehrbuch der Kinematik. I. Theil. Lief. 1 u. 2. M. 34,00.

F. Cremer. Die Fabrikation der Silber- u. Quecksilberspiegel. Wien. Hartleben. M. 3,00.

E. Hoyer. Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie. 2. Aufl. Wiesbaden. M. 10,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 21. Februar 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. F. Mylius sprach über den Einfluss chemischer Agentien auf das Glas; auf den Inhalt des Vortrages soll, da der Gegenstand voraussichtlich in dieser Zeitschrift bald eingehende Besprechung finden wird, hier nur kurz eingegangen werden. Der Vortragende besprach zunächst die Einwirkung des Wassers auf das Glas und erläuterte sie durch Versuche. Glas ist ein Gemenge von im Wasser löslichen und unlöslichen Silicaten. Die Wirkung des Wassers besteht darin, dass es dem Glase die löslichen Alkalisilicate entzieht. Hierbei findet jedoch zum Theil eine Zersetzung in freies Alkali und freie Kieselsäure statt. Die dem Glase entzogenen Substanzen sind um so reicher an Kieselsäure, je höher die Temperatur der Einwirkung war. Alkalireiches Glas nimmt in der äusseren Schicht Wasser aus der Luft auf, wie man es in verstärktem Maasse beim Wasserglase beobachtet. Hierin liegt die Ursache des sogenannten Abblätterns manchen Glases beim Erhitzen.

Nachdem der Vortragende an die von Warburg beobachtete Wasserhaut und an die Versuche Bunsen's über die Absorption von Kohlensäure erinnert hatte, ging er auf die Wirkung von Säure und Alkali auf das Glas ein, empfahl zur Prüfung desselben die Weber'sche Probe mit Salzsäure, und schloss seine Ausführungen mit dem Hinweise darauf, dass die Aufgabe, ein Glas herzustellen, welches chemischen Einflüssen vollkommen widerstehen könne, zwar eine sehr schwer zu lösende sei, doch müsse ihre Lösung erstrebt werden.

Herr H. Haensch führt darauf sein neues Skioptikon mit Linnemann'schem Zirkonbrenner vor. (Vgl. über letzteren diese Zeitschr. 1886, S. 179).

Sitzung vom 6. März 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Geh. Regierungsrath Prof. Dr. W. Foerster hielt den angekündigten Vortrag über die Bedeutung des Unternehmens der Gesellschaft Urania für die deutsche Mechanik und Optik. — Die Gesellschaft Urania hat sich zur Aufgabe gestellt, die Ergebnisse der exacten Naturforschung, insbesondere auf dem Gebiete der Astronomie, Physik und Chemie dem grösseren Publikum vorzuführen, sowie die Bekanntschaft mit den

Leistungen der Technik auf diesem Gebiete weiteren Kreisen zu vermitteln. Die Anregung zur Begründung der Gesellschaft ist, nachdem mehrere in den letzten Jahrzehnten entstandene Privatunternehmungen ähnlichen Charakters wieder aufgegeben worden waren, von der hiesigen Sternwarte ausgegangen. Dieselbe, welche neben ihren wissenschaftlichen Arbeiten und den Pflichten für den akademischen Unterricht bestimmungsgemäss ihre Räume dem grösseren Publikum zur Beschauung des Himmels zu öffnen hatte, konnte letzterer Aufgabe im Laufe der Zeit immer weniger genügen, je mehr im Publikum das Interesse an den astronomischen Erscheinungen wuchs. Des mancherlei Guten wegen, welches die auf der Sternwarte gebotenen Anregungen immerhin noch zur Folge haben konnten, zögerte man indess an vorgesetzter Stelle, die Sternwarte ihrer populär-belehrenden Aufgabe zu entheben, bis sich jedoch zuletzt die Ueberzeugung Bahn brach, dass von einer fördernden Unterweisung des Publikums nur dann die Rede sein könne, wenn ein für diesen Zweck eigens errichtetes geräumiges und reichlich ausgestattetes Institut geschaffen würde.

Eine Schwierigkeit für ein solches Institut wird es immer sein, einen geeigneten Leiter für dasselbe zu finden, einen Mann, der mit genügender Fachkenntniss die Fähigkeit verbindet, die Ergebnisse der exacten Forschung dem grösseren Publikum in leicht verständlicher und zugleich anregender Weise vorzuführen, wofür nicht viele Gelehrte Geschmack und Neigung besitzen. Einen solchen Mann hat die Gesellschaft Urania in der Person des Astronomen Dr. Wilhelm Meyer gefunden, welcher Astronom von Fach ist, durch seine in weitesten Kreisen beifällig aufgenommenen astronomischen Bücher die Befähigung zur lebendigen Behandlung wissenschaftlicher Fragen genügend nachgewiesen und bereits in Wien derartige Veranstaltungen geleitet hat.

Den Kernpunkt des Unternehmens der Gesellschaft Urania, welche sich am 3. März d. J. constituirt hat, bildet eine Sternwarte, die mit einem bedeutenderen Fernrohre ausgerüstet sein wird, als dasjenige der Berliner Sternwarte ist. Denn wenn die hiesige Sternwarte ein grösseres hätte, würde dieselbe nicht ganz entlastet werden, da das Publikum dann glauben würde, dass mit dem grossen Fernrohr der Sternwarte doch mehr zu sehen sei. Das Fernrohr des neuen Instituts wird hoffentlich noch über seine Dimensionen hinaus durch die neuere Entwicklung der optischen Kunst hervorragen; es wird auch der Wissenschaft nicht ganz verloren gehen, da die Urania in den späten Nachtstunden ja auch für wissenschaftliche Arbeiten frei sein wird. Ausserdem werden auf der Plattform noch mehrere Fernröhre mittlerer Grösse aufgestellt sein. Mit Rücksicht auf die Unsicherheit des Wetters muss die Zeit, wo die Fernröhre gebraucht werden können, gehörig ausgenutzt werden, indem an denselben Nichts explicirt, sondern nur demonstrirt wird. Es werden, um dies zu erreichen, vor dem Eintritt in die Sternwarte in einem besonderen Saale für einzelne Gruppen kleinere Vorträge gehalten werden Angesichts von Abbildungen der vorzüglichsten Himmelsobjecte, wie Sonnenflecken, Planeten u. s. w. Ausserdem werden die hellsten Objecte in Projection dargestellt werden, um auf einmal von Mehreren betrachtet werden zu können. Hier kann mit grossen optischen Mitteln jedenfalls noch sehr viel erreicht werden. So ungefähr die Einrichtung der Sternwarte.

Nun haben auf dem Gebiete der Physik und Chemie gerade die letzten beiden Jahrzehnte eine Fülle von Dingen zu Tage gefördert, von denen unter hunderttausend Menschen kaum Einer etwas gesehen hat. Das sind z. B. die spectralanalytischen Erscheinungen, die wunderbaren elektrischen Lichtphänomene u. A. m. Sobald nur etwas Sonnenlicht vorhanden ist, wird man projectivische Darstellungen des Sonnenspectrums bieten können, unter günstigen Verhältnissen auch Gitterspectren, sowie Spectra irdischer Lichtquellen der allerverschiedensten Art. Aehnlich wie in dem früher in Berlin existirenden mikroskopischen Aquarium werden auch geeignete mikroskopische Präparate dem Publikum dargeboten werden.

Als dritte Haupteinrichtung wird sich eine Schaustätte (Hörsaal) für etwa 400 Personen anschliessen. In derselben wird abgesehen von einzelnen Vorträgen bedeutender Männer an einem Abend mehrere Male ein und dieselbe Vorführung erläutert werden, so dass sich der Saal wiederholt wird füllen können.

Endlich soll eine permanente Ausstellung von Erzeugnissen der Mechanik und Optik mit den übrigen Einrichtungen verbunden werden. Bei Gelegenheit der verschiedensten Ausstellungen, z. B. auch bei den wiederholten Ausstellungen, zu denen die Naturforscherversammlungen Anlass gegeben haben, ist das Bedürfniss nach stetiger Darbietung gewisser Gruppen von Apparaten zu Tage getreten. Alles Einschlägige kann natürlich in der Urania nicht vorgeführt werden; hierfür ist ja auch durch rein merkantile Einrichtungen in gewissem Maasse ausreichend gesorgt. Alles, was Gegenstand des gewöhnlichen Verkehrsbedürfnisses ist, wird dort keinen Platz finden.

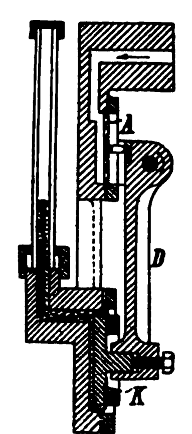
Dagegen wird die Urania demjenigen, der sich ein Fernrohr von grösserer Leistungsfähigkeit, einen einfachen oder complicirteren Spectralapparat, complicirte optische oder elektrische Veranstaltungen schaffen will, Gelegenheit geben, sich über die einschlägigen Punkte zu unterrichten; er wird auch für gewisse mikroskopische Objectgruppen Führung und Anleitung haben können. Für Liebhaber oder solche, die an andern Stellen ähnliche Einrichtungen herstellen wollen, sowie für die Lehrer der exacten Wissenschaften werden nicht nur die eigenen Einrichtungen der Anstalt, sondern auch die Apparate der Ausstellung anregend wirken. Man wird viele Apparate da vorfinden und in Thätigkeit sehen, man wird sie auch erproben können, z. B. grössere Fernröhre, die mit Messungs-, photometrischen, spectralen oder speciell photographischen Einrichtungen versehen sind; diese werden im Allgemeinen vom Personal der Anstalt bereits verglichen und erprobt sein. Wie der Bedarf an kleineren Apparaten schon jetzt von Jahr zu Jahr enorm zunimmt, so wird sich auch mit dem steigenden Interesse und Wohlstande das Bedürfniss nach complicirteren Einrichtungen mehren. Ein ausserordentlich wichtiger Punkt ist auch gerade die Berücksichtigung der Lehrmittel namentlich im Interesse der heranwachsenden Generation. Man kann wohl hoffen, dass das Unternehmen, wenn es nicht im Sinne trockner Belehrung, sondern, wie es im Satzungsentwurf der Gesellschaft heisst, im Sinne der Verbreitung der Freude an der Naturerkenntniss, der Anregung der Phantasie geleitet wird, sich stetig und sicher entwickeln wird. Hat doch auch die Kgl. Staatsregierung erklärt, dass sie die ganze Veranstaltung als ein förderliches und zu förderndes Unternehmen betrachtet.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

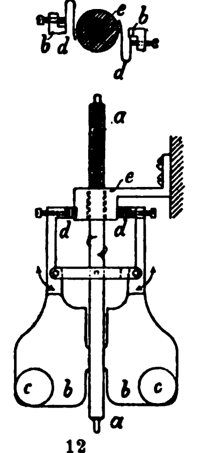
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Neuerung an combinirten Feder- und Quecksilber-Manometern. Von R. Jaeger in Dortmund. No. 40836 vom 2. März 1887.



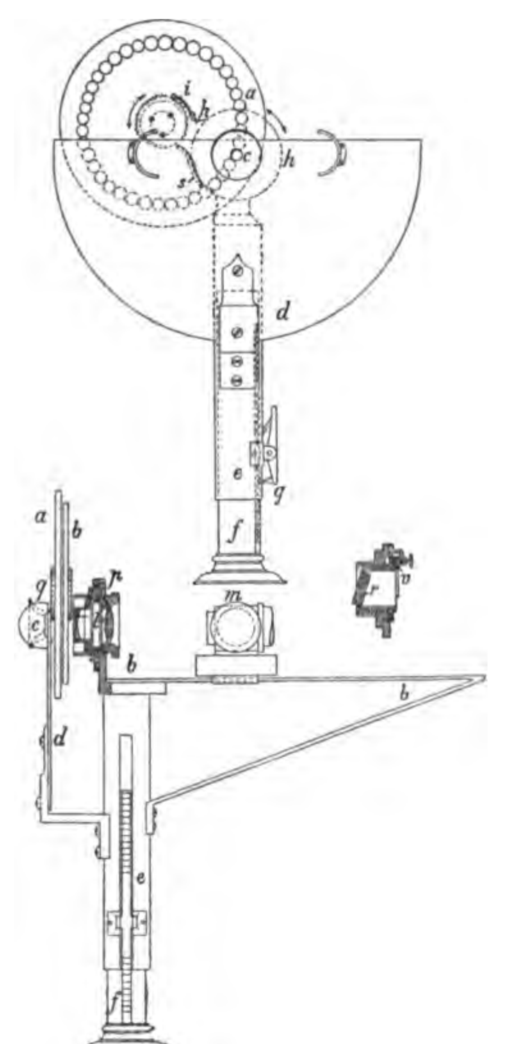
Um die Angaben des Manometers von der Federkraft der Platten *A* möglichst unabhängig zu machen, ist der ungleicharmige Hebel *D* angeordnet, an dessen längerem Arm der die Quecksilbersäule bewegende Kolben *K* befestigt ist. Die Bewegungen der Feder *A* können daher auf ein sehr kleines Maass eingeschränkt werden.

Reibungsregulator für astronomische und andere physikalische Instrumente. Von G. Fecker in Wetzlar. No. 40913 vom 8. März 1887.



Das Patent betrifft einen durch Veränderung eines Reibungswiderstandes wirkenden Geschwindigkeitsregulator, bestehend aus den an einer Drehungsaxe *a* gelenkig angeschlossenen und mit Gewichten *c* versehenen Windflügeln *b*, welche mittels Federn *d* auf dem Umfange eines Ringes *e* oder einer andern Rotationsfläche schleifen. Die Federn *d* werden in Folge der Wirkung der Centrifugalkraft, der jeweiligen Geschwindigkeit der Axe *a* entsprechend, mit grösserer oder geringerer Kraft an *e* angedrückt.

Optometer. Von L. Engelhard in Berlin. No. 41037 vom 22. Januar 1887.

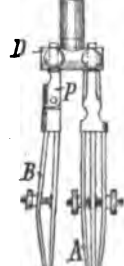


Das Auge des zu Untersuchenden findet Stütze in dem trichterförmigen Stück *c*, welches an der Platte *d* befestigt ist und mit dieser vermöge der Hülse *e* auf der Säule *f* auf- und niederbewegt und durch die Sperrung *g* in der richtigen Augenhöhe des Kranken festgehalten werden kann. In der vorderen Scheibe *a* sind cylindrische Concav- und Convexlinsen verschiedener Brennweite, auf der hinteren *b* ebensoviel sphärische, in beiden auch zwei Plangläser eingelassen. Die Scheiben sind drehbar gelagert; jede Linse kann vor dem Auge durch die Sperrungen *i* festgestellt werden. Ausserdem ist der Arm *h* noch um den Hohlkörper *p* drehbar und kann in jeder beliebigen Meridianlage nach einer Skale auf der Rückseite von *p* durch die Sperrfeder *o* und die zugehörige Verzahnung festgestellt werden.

Die Schiene *b*, auf welcher das Gestell *m* eines in der Patentschrift näher angegebenen Augenspiegels hin und her verschoben werden kann, ist so eingetheilt, dass jeder Concavlinse der Scheiben ein Theilpunkt entspricht. An diesen Punkten werden die Snellen'schen Leseproben aufgestellt.

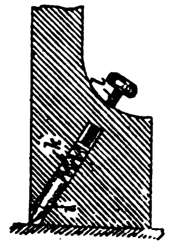
In dem Hohlkörper *p* ist ein Linsensystem *l*, welches den Zweck hat, den Fernpunkt eines normalen Auges auf 32 bis 40 *cm* Entfernung von der Hornhaut desselben zu bringen. Dieser Punkt ist der Nullpunkt der Schiene und entspricht den Plangläsern in den Scheiben *a* und *a'*. Zur Feststellung des Schielwinkels kann ein Prisma *r* in den Hohlkörper *p* gesetzt werden, welcher durch den Zahnkranz *v* und ein Zahntrieb drehbar ist. Durch Verdoppelung von *p*, *a* und *a'* kann die Untersuchung auf beide Augen ausgedehnt werden.

Neuerung an Reissfedern. Von Ch. A. F. Orlob in Salt Lake City, Utah, V. St. A. No. 41809 vom 7. Juni 1887.

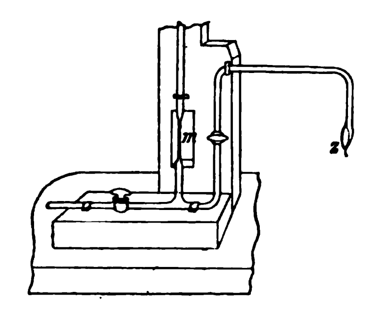


Die Reissfeder besteht aus den oben durch das Querstück *D* des Schafts verbundenen Federn *A* und *B*. *A* ist eine Doppelfeder, *B* eine gewöhnliche Ziehfeder mit dem Gelenk *P*, welches ermöglicht, diese Feder in bestimmte Abstände von der Doppelfeder einzustellen.

Reissbrett zur Herstellung von Maschinentheilabrissen in natürlicher Grösse. Von Th. Wessel in Langensalza. No. 41679 vom 13. Februar 1887.



Das Reissbrett ist mit einer Vorrichtung zum Festspannen des betreffenden Maschinentheiles auf der Zeichenfläche ausgerüstet. Um die Umrisse zu zeichnen, wird der Theil mittels des in der Figur dargestellten Bleistifthalters umfahren, wobei dessen eine flache Seite auf dem Papier immer glatt aufliegen und die andere rechtwinklig zu derselben gerichtete, messerartig zugeschärfte Seite den Theil fortwährend berühren muss. Der Schreibstift *i* wird durch die Schraube *l* so eingestellt, dass er über den Scheitel des durch jene Seiten gebildeten Winkels etwas hinausragt; das Gewicht des Halters bewirkt die Zurückschiebung von *i* um den überstehenden Betrag, die Feder *k* das Andrücken des Stiftes an das Papier.

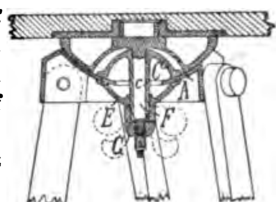


Pipette mit heberartigem Auslaufrohr und Glaszunge. Von C. Gerhardt in Bonn. No. 41515 vom 2. März 1887.

Die an der Mündung des heberartigen Auslaufrohres der Pipette angebrachte Glaszunge *z* ermöglicht eine völlige Gleichheit des hängenbleibenden Tropfens. Die Hebervorrichtung gestattet bei richtiger Lage des Apparates, unabhängig von der Art des Abstreichens, der Flüssigkeitssäule nur bis zu dem bestimmten Punkt *m* der Einstellungsmarke auszufliessen, wodurch die allgemeine Verwendbarkeit der Pipette für jede Art von Flüssigkeit bedingt wird.

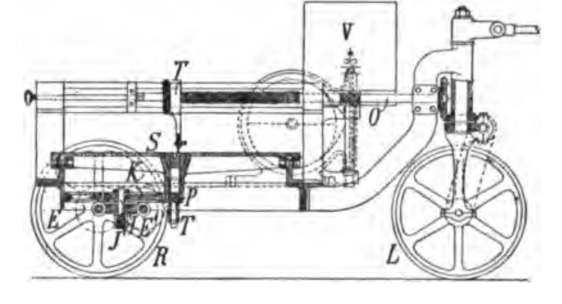
Einstellvorrichtung für Dreifussgestellköpfe. Von W. Drake Johnson in Washington. No. 41292 vom 3. Mai 1887.

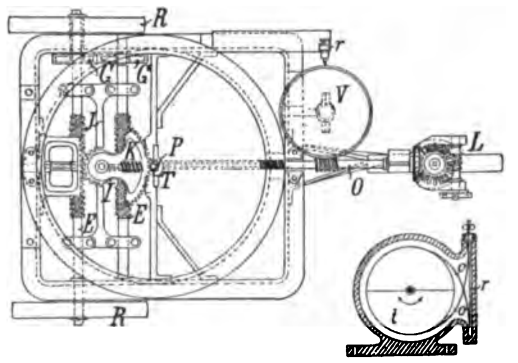
Die Vorrichtung gestattet die Einstellung einer Messtischplatte oder eines Instrumentes in verticalem und horizontalem Sinne und das Einstellen in azimuthaler Richtung, ohne dass dabei die Verticaleinstellung beeinflusst wird. Zu diesem letzteren Zwecke werden mittels einer Flügelmutter die beiden Kugelschalen *E* und *C* gegen die zwischen ihnen befindliche Schale *A* gepresst. Die Platte kann dann nicht mehr geneigt, sondern nur noch mit ihrem Zapfen *F* in der Hülse *c* von *C* gedreht werden. Durch ein auf diesem Zapfen angebrachtes Schraubengewinde und eine zweite Flügelmutter *G* lässt sich nach erfolgter Einstellung auch die Drehbarkeit aufheben.



Apparat zur gleichzeitigen selbstthätigen Aufnahme der Topographie und des Nivellements eines Ortes. Von A. E. D. F. de Villepigue und M. Panon in Paris. No. 41495 vom 13. Februar 1887.

Der Apparat stellt einen dreirädrigen Wagen dar, der behufs der Aufnahme über das aufzunehmende Terrain gefahren wird. Zwei von den Hinterrädern *R* unabhängig von einander nach entgegengesetzten Richtungen gedrehte Schnecken *E* und ein von denselben gleichzeitig beeinflusstes, auf einer verschiebbaren Traverse *J* montirtes Schneckenrad *I* sind derart durch Räder *G* verbunden, dass bei ungleich schneller Drehung der Schnecken (Schwenken des Fahrzeuges) das Schneckenrad seitlich verschoben und hiermit durch einen Zahnradsector *K* und Trieb *P* ein auf der Axe des letzteren montirter Tisch *S* gedreht wird. Dieser Tisch behält daher im Raum stets dieselbe Lage. Von dem die eigentliche Weglänge durchlaufenden Lenkrade *L* aus wird durch ein Schnecken- und Kegelradgetriebe eine Schraubenspindel *O* gedreht, durch welche ein mit Zeichenstift versehener Schieber *T* der zurückgelegten Weglänge entsprechend vorgeschoben wird und hierbei mittels des Stiftes den Weg auf dem Tisch *S* nach Länge und Richtung aufzeichnet.

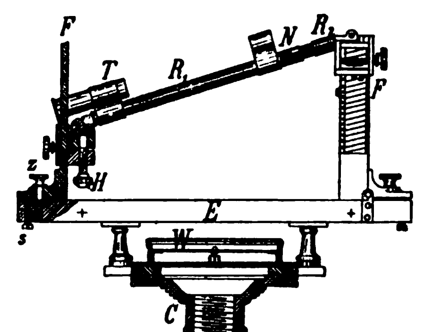




Die Vorrichtung zur gleichzeitigen Aufnahme des Nivellements der von dem Fahrzeug durchlaufenen Strecke besteht aus einer von der Spindel *O* aus in stetige Rotation versetzten verticalen Papiertrommel *V* und einer den Schreibstift tragenden Schiene *r*, die durch zwei sich kreuzende, feine Stahlbänder *o* mit einer als Pendel ausgeführten Trommel *t* derart verbunden ist, dass der Schreibstift den Neigungen des Fahrzeuges nicht folgt und daher auf der sich mit dem Fahrzeuge senkenden oder hebenden Papiertrommel *V* die entsprechenden Nivellementslinien verzeichnet.

Nivellir- und Winkelmess-Instrument. Von Goldammer in Kupker-Mühle bei Zirke, Posen. No. 41492 vom 21. November 1886.

Das Instrument, welches hauptsächlich zu forstlichen Messungen dienen soll, ist um den Fuss *C* drehbar, mittels dessen dasselbe an einem Stativ befestigt wird. *W* stellt eine Bussole dar. Auf dem Balken *E* sind zwei mit Skalen versehene, durch die Schrauben *z* und *s* stellbare Ständer *F* angebracht, die vertical stehen, wenn das Instrument horizontirt ist, was mit Hilfe einer auf *W* gestellten Dosenlibelle zu geschehen hat. Die Ständer *F* sind mit Schiebern ausgerüstet, durch welche eine aus zwei in einander verschiebbaren Theilen R_1 und R_2 bestehende Visirvorrichtung mit dem Ocular *T* getragen wird. Bei den Bewegungen der Schieber werden die Theile der letzteren zusammengeschoben bezw. auseinandergezogen; den Betrag der Verlängerung der Visirvorrichtung zeigt die Skale *N* an. Die Skalen sind so eingerichtet, dass die Gefällprocente unmittelbar abgelesen werden können.



Entfernungsmesser. Von W. Th. Unge in Stockholm. No. 41724 vom 24. März 1887.

Der Entfernungsmesser besteht aus einem Beobachtungsinstrument und einer Visirtafel. Letztere ist mit einem Diopter versehen, dessen Visirlinie rechtwinklig zur Tafel liegt. Ersteres besteht aus einem um seine Längsaxe drehbaren Spiegelteleskop, mit einem um 45° zu dieser Axe geneigten Spiegel und einem Fernrohr, welches über dem Teleskop derart angeordnet ist, dass seine Axe mit der des letzteren beliebige Winkel innerhalb gewisser Grenzen (von 0° bis etwa 40°) einschliessen kann.

Zur Messung der Entfernung wählt man zwei Punkte, die so liegen, dass deren Verbindungslinie (Basis) möglichst nahe einen rechten Winkel mit der Visirlinie von dem einen Punkt nach dem Objecte bildet. Hierauf wird die Tafel mit Hilfe ihres Diopters rechtwinklig zur Basis auf einem dieser Punkte und das Instrument auf dem andern in der Weise aufgestellt, dass das Bild der Tafel im Teleskop sichtbar wird. Auf der Tafel ist ein Strich angegeben, der mit einem Strich auf einer in das Teleskop eingeschobenen Glasplatte zusammenfallen muss. Ein zweiter Strich dieser Platte fällt dann auf einen durch die Entfernung der beiden Endpunkte der Basis bestimmten Punkt der auf der Visirtafel angebrachten Skale; die Angabe derselben wird notirt. Nachdem noch bei unveränderter Stellung des Teleskopes das Fernrohr auf das Object einvisirt und die Neigung beider Hilfsinstrumente zu einander bestimmt worden ist, werden die Plätze der Visirtafel und des Beobachtungsinstrumentes miteinander vertauscht und Tafel und Teleskopaxe wieder rechtwinklig zur Basis eingestellt. Die nun nothwendige Winkelbewegung, welche erforderlich ist, um Object und Fadenkreuz im Fernrohr zur Deckung zu bringen, wird auf irgend eine Weise gemessen und aus dem Ergebniss dieser Messung und der oben erwähnten Angabe die Entfernung berechnet.

Für die Werkstatt.

Elektrochemische Färbung von Metallen. London Electrical Review. 1887. S. 179.

Als Ersatz der Schwärzung von Messing mittels Platin, welches Verfahren sehr theuer ist, empfiehlt A. Watt eine leichte Verkupferung der Gegenstände im Kupfervitriolbade unter Anwendung eines Daniell-Elementes, welches man fünf Minuten oder länger wirken lässt. Die so verkupferten Gegenstände werden in heissem Wasser abgespült und in eine einprocentige Lösung von Schwefelbarium getaucht. Der Kupferüberzug verdunkelt sich sofort und erhält bald eine intensiv schwarze Färbung. Man spült die Gegenstände in heissem, dann in siedendem Wasser und trocknet und polirt den gut haftenden Ueberzug mit Leder. Bei Eintauchen von nur wenigen Secunden in die Lösung erhält man braune Tönung. Ausser Schwefelbarium kann man auch Schwefelkalium oder Schwefelammonium benutzen. So geschwärzte Flächen können durch Cyankalilösung wieder entfärbt werden, worauf man sie in kochendem Wasser wäscht. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Director Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **Mai 1888.** Fünftes Heft.

Die Aufgaben der zweiten (technischen) Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt.

Von

Dr. **L. Loewenherz** in Berlin.

Die physikalisch-technische Reichsanstalt hat ihre Arbeiten im October vorigen Jahres begonnen, die erste, die physikalische Abtheilung, zunächst in beschränktem Umfange, die zweite, die technische Abtheilung, sogleich mit einer grösseren Anzahl von Beamten. Die erste Abtheilung wird etwa in Jahresfrist ihre volle Thätigkeit aufnehmen und das neue Observatorium beziehen, welches in der Marchstrasse zu Charlottenburg auf dem von Herrn Geh. Regierungsrath Dr. Werner Siemens dem Reiche geschenkten Grunde im Bau begriffen ist. Bis dahin werden die Untersuchungen zur Herstellung von thermometrischen Ur- und Hauptnormalen, mit welchen die schon eingestellten Beamten dieser Abtheilung vorzugsweise beschäftigt sind, in gemietheten Räumen zu Berlin ausgeführt. Für die Arbeiten der zweiten Abtheilung dienen die im Gebäude der technischen Hochschule zu Charlottenburg für das früher in Preussen geplante präcisionsmechanische Institut vorgesehenen Räume, welche die Preussische Regierung mit dankenswerthem Entgegenkommen zur Verfügung gestellt hat. Die zweite Abtheilung wird auch nach Eröffnung des Neubaues in der Marchstrasse nicht dorthin übersiedeln, sondern bis auf Weiteres in dem Polytechnicum verbleiben. Ihre Arbeitsräume liegen zu ebener Erde; zu ihnen führt ein besonderer Eingang westlich von dem Hauptportal der technischen Hochschule unmittelbar von der Strasse her. Die Räume sind manchen durch die Zwecke der Reichsanstalt bedingten baulichen Aenderungen unterzogen worden; sie entsprechen jetzt im Grossen und Ganzen den zu stellenden Anforderungen, abgesehen von einigen durch die allgemeine bauliche Anlage des Polytechnicums bedingten Uebelständen.

Die zweite Abtheilung umfasst vorläufig sechs Arbeitsgruppen, nämlich die präcisionsmechanische Gruppe, die elektrische, die optische, die chemische, die Gruppe für thermometrische Arbeiten und verschiedene Beglaubigungen und die Werkstatt.

1. Der präcisionsmechanischen Gruppe fallen diejenigen Untersuchungen zu, welche der Präcisionsmechanik unmittelbar zu Gute kommen sollen. Nach den ursprünglichen Plänen gehören unter Anderem hierher: Arbeiten über die Elasticität, Torsion, Ausdehnung und Widerstandsfähigkeit von Metallen und Metalllegirungen, sowie über die Verwendbarkeit derselben zu gewissen Constructionsgliedern, ferner Prüfungen von Kreistheilungen, Gewindebohrern, Mikrometerschrauben u. s. w. In Verbindung mit der Werkstatt soll die präcisionsmechanische Arbeitsgruppe sich auch an der Herstellung von Normalmaassstäben betheiligen, welche als Arbeits-

normale für mechanische Werkstätten verlangt werden, ebenso werden beide zusammenwirken bei der Anfertigung von Mikrometerschrauben und Muttertheilungen für Kreistheilmaschinen, welche für deutsche Mechaniker auf deren Ersuchen hergestellt werden sollen. Zur Inangriffnahme der vorstehend angedeuteten Untersuchungen und Arbeiten bedarf es umfangreicher Apparate und Einrichtungen, welche sorgfältig erwogen sein wollen und deren Beschaffung zum Theil längere Zeit erfordert. Dementsprechend liegen eigentliche Untersuchungsergebnisse auf den genannten Gebieten noch nicht vor; bisher sind nur Versuche über Biegungselasticität von Stäben und Drähten aus verschiedenem Material, sowie über Formveränderungen von Stahl in Folge des Härtens und des Anlassens eingeleitet worden; die Prüfung der Theilungen von Kreisen bis zu etwa 40 *cm* Durchmesser kann sofort übernommen werden; in einigen Wochen wird auch eine Vorrichtung zur Herstellung von Längentheilungen bereit stehen. Dagegen kann man an die Ausführung von Kreistheilungen erst nach Fertigstellung der für diesen Zweck in Aussicht genommenen Theilmaschine ersten Ranges gehen. Im Anschluss an die auszuführenden Kreis- und Längentheilarbeiten werden auch Studien über die zweckmässigsten Methoden zur Erzeugung von Theilstrichen auf verschiedenen Materialien beabsichtigt.

Die Hauptthätigkeit der präcisionsmechanischen Gruppe bestand bisher, neben den umfassenden Studien über die zweckmässigste Einrichtung der zu beschaffenden Messinstrumente, in Arbeiten, welche dem eigentlichen Gebiete dieser Unterabtheilung ferner liegen, nämlich in Prüfung und Beglaubigung von Stimmgabeln. Durch eine internationale Uebereinkunft haben die betheiligten Länder eine gemeinsame Normalstimmung festgesetzt und als Normalton das *a* von 435 ganzen oder 870 Halbschwingungen zu Grunde gelegt. Der Reichsanstalt ist die Anfertigung und Bewahrung einer derartigen Normalstimmgabel und zugleich die Prüfung und Beglaubigung der für deutsche Kapellen und Musikinstitute bestimmten Gabeln übertragen worden. Die Herstellung der Normalgabel erfordert umständliche und sorgfältige Versuche; diese sind bisher soweit geführt, dass schon eine grössere Anzahl von Gabeln für die Stimmung von Blasinstrumenten, für welche Zwecke eine weitgehende Genauigkeit nicht verlangt wird, abgestimmt und ausgegeben werden konnten. Ueber die bei der Herstellung der Normalgabel angewandte Methode wird nach völligem Abschluss der bezüglichen Versuche in dieser Zeitschrift berichtet werden.

2. Die elektrische Unterabtheilung soll ihre Thätigkeit zunächst darauf richten, Prüfungen und Beglaubigungen von galvanischen Widerständen, von Strom- und von Spannungsmessern auszuführen. Hieran werden sich ebensolche Arbeiten für Messung der Capacität (Normalcondensatoren) und der elektromotorischen Kraft (Normalelemente) schliessen. Ferner werden Einrichtungen getroffen werden für die Untersuchung von Elementen, Batterien und Accumulatoren sowie von Isolationsmaterialien, endlich für die Bestimmung der magnetischen Eigenschaften verschiedener Stoffe. In Verbindung mit der optischen Unterabtheilung wird auch die elektrotechnische Photometrie zu behandeln sein. Das voraussichtlich in nicht ferner Zeit gleichfalls sich geltend machende Bedürfniss nach Untersuchungen von Dynamomaschinen wird zunächst unberücksichtigt bleiben müssen, weil solche Untersuchungen eine sehr grosse Betriebskraft und grössere Arbeitsräume erfordern, als zur Zeit vorhanden sind.

Man strebt dahin, Widerstände von etwa 0,001 bis zu 1 Million *Ohm*, Strommesser bis zu etwa 200 *Ampère* und Spannungsmesser bis zu etwa 300 *Volt* auf ihre Richtigkeit prüfen zu können. Hierbei soll die Genauigkeit für die Widerstände

0,0001 und für die Strom- und Spannungsmesser 0,003 betragen, doch wird für letztere erforderlichen Falles auch eine höhere Genauigkeit sich erzielen lassen. Die Vorbereitungen für Ausführung dieser Prüfungen sind im Wesentlichen abgeschlossen, auch die Herstellung von Normalwiderständen ist weit vorgeschritten. Für letzteren Zweck werden mit Quecksilber gefüllte Glasröhren von möglichst gleichmässigem Kaliber benutzt. Die Anfertigung solcher Normalwiderstände erfordert umfangreiche Versuchsarbeiten und nimmt viele Zeit in Anspruch. Als Stromquelle für die Aichungen von Strom- und Spannungmessern dient eine Dynamomaschine von 65 *Volt* und 30 *Ampère*. Um während der Messungen constanten Strom zu haben, sowie grössere Stromstärken als 30 *Ampère* und höhere Spannungen als 65 *Volt* zu erzielen, werden Accumulatoren Verwendung finden.

Leider sind die Diensträume für die elektrischen Arbeiten recht ungünstig, weil eiserne Träger und eiserne Fenstergitter absolute Messungen unmöglich machen. Man wird vermuthlich zu dem Ausweg greifen, ausserhalb jener Diensträume eine kleine eisenfreie Baracke zu errichten, in welcher Controlmessungen der Normale von Zeit zu Zeit wiederholt werden.

3. Die optischen Arbeiten sind erst seit Anfang März aufgenommen worden, weil bis dahin der mit ihnen vorzugsweise zu betrauende Beamte beauftragt war, in hervorragenden Werkstätten die neueren Methoden der praktischen Optik aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Die nächste grössere Aufgabe auf optischem Gebiete bezieht sich auf photometrische Untersuchungen; hierfür liegt ein besonderer Anlass vor, indem die Reichsanstalt aus den Kreisen der Gasfachmänner aufgefordert ist, die Prüfung und Beglaubigung der Hefner-Alteneck'schen Amylacetatlampe zu übernehmen. Diese Lampe ist unter den für technische Zwecke bestimmten Lichteinheiten gegenwärtig eine der gebräuchlichsten; die Arbeiten der Reichsanstalt werden jedoch auf verschiedene jener Lichteinheiten ausgedehnt, auch wird man dahin streben, einen Anschluss an die Violle'sche internationale Lichteinheit zu gewinnen. Die letztere legt das von der Oberfläche (1 Quadratcentimeter) geschmolzenen Platins im Zeitpunkt des Erstarrens ausgehende Licht zu Grunde.

Die Thätigkeit der optischen Gruppe wird sich ferner auf die Berechnung von Objectiven (Fernrohr-, photographischen Objectiven u. s. w.) beziehen, sowie auf die Bestimmung optischer Constanten (Brechungsquotienten von Prismen, Untersuchung der Ebenheit von Flächen sowie der Planparallelität von Platten, Brennweitenbestimmungen u. dergl.) Es ist zu erwarten, dass die praktischen Optiker die Hilfe der Reichsanstalt für solche Zwecke, sowie für die Prüfung von optischen Apparaten, z. B. Polarisationsapparaten, häufig in Anspruch nehmen werden.

4. Die chemischen Arbeiten bestanden bisher vorzugsweise in Untersuchungen über die störenden Ausscheidungen der Libellen. Man war bestrebt, die Beschaffenheit der Ausscheidungen, sowie die Art ihrer Entstehung zu ergründen und im Anschluss hieran Mittel zur Vermeidung der Uebelstände aufzusuchen. Die Versuche sind mit vielen verschiedenen Glassorten ausgeführt worden und führen zu dem Schlusse, dass in der Einwirkung des Wassers auf das Glas die Ursache für die Entstehung jener Ausscheidungen zu suchen ist, während der Aether als solcher ohne Einfluss bleibt. Zur weiteren Untersuchung dieser Annahme sind neuerdings Libellen unter Ausschluss jeder Spur von Wasser gefüllt worden und sollen nun langdauernden Beobachtungen unterzogen werden. Doch wird schon in nächster Zeit eine zusammenhängende Mittheilung über die umfassenden Versuchsreihen, welche im Verfolg der vorliegenden Frage sowie zur Feststellung der Einwirkung

des Wassers auf die verschiedenen Glassorten ausgeführt worden sind, in dieser Zeitschrift erscheinen.

Das chemische Laboratorium wird in der Folge überhaupt den Einfluss der für die Präcisionstechnik wichtigsten chemischen Reagentien auf Glas untersuchen und bestrebt sein, Mittel zur Beseitigung der dabei auftretenden Störungen aufzufinden; z. B. soll auch die Veränderung der Wasserstandsröhren an Dampfkesseln, die Wetterbeständigkeit von Gläsern für Leuchtthurmzwecke u. dgl. mehr in den Bereich der Untersuchungen gezogen werden. Spätere Arbeiten erst werden die Metalle und Metallüberzüge betreffen.

5. Die Beglaubigungen von Thermometern und Petroleumprobern, sowie die Prüfung von Schmelzringen für Dampfkesselsicherheitsapparate sind von der Normal-Aichungs-Kommission an die technische Abtheilung der Reichsanstalt übergegangen. Die Prüfungsarbeiten der beiden letzten Arten werden etwa in demselben Umfange wie dort fortgeführt, dagegen hat die Beglaubigung von Thermometern eine erhebliche Erweiterung erfahren. Denn die Zahl der zur Prüfung gelangenden ärztlichen Thermometer ist ausserordentlich gestiegen, auch hat man sich eingerichtet, Thermometer für andere Zwecke, insbesondere chemische, in grösseren Mengen zu prüfen, und die Betheiligten machen hiervon von Tag zu Tag mehr Gebrauch. Insbesondere werden Prüfungen bei höheren Temperaturen, bis zu 300 Grad hinauf, häufiger begehrt und durch Uebernahme derselben seitens der Reichsanstalt scheint einem dringenden Bedürfniss der Technik abgeholfen zu sein. Natürlich erhalten die Angaben für Prüfungen dieser Art nur eine beschränkte Genauigkeit, welche jedoch für die Zwecke der Praxis mehr als zureicht.

Auch andere als Quecksilberthermometer, insbesondere die in ärztlichen Kreisen neuerdings beliebt gewordenen sogenannten Uhrthermometer (Bourdonröhren mit Flüssigkeitsfüllung) werden demnächst zur Prüfung und Beglaubigung zugelassen werden. Ebenso sind Einrichtungen für die Prüfung von Aneroïden bei sehr niederen Drucken getroffen worden; solche Prüfungen wurden bisher in Deutschland nirgends ausgeführt, was von deutschen Forschern und wissenschaftlichen Reisenden schwer empfunden wurde.

Man geht mit der Absicht um, die Beglaubigungen demnächst noch auf ein ganz anderes Gebiet auszudehnen, nämlich Druckmesser für Maschinenbetrieb zur Prüfung zu übernehmen. Die Versuche zur Herstellung geeigneter Normalinstrumente sind im Gange und werden voraussichtlich in nicht langer Zeit zum Abschluss gelangen.

6. Wenn die Werkstatt hier an letzter Stelle genannt wird, so geschieht dies nur, weil dieselbe den sämmtlichen anderen Arbeitsgruppen helfend zur Seite stehen soll und deshalb der Umfang ihrer Thätigkeit durch denjenigen der anderen Gruppen mitbestimmt wird. Einige besondere Aufgaben der Werkstatt sind bereits oben genannt worden; im Allgemeinen lassen sich ihre Aufgaben folgendermaassen zusammenfassen. Sie soll in erster Reihe Arbeiten für den Bedarf der Reichsanstalt selbst liefern, so weit deren Beschaffung aus inländischen privaten Werkstätten Schwierigkeiten begegnet. Als Beispiele mögen genannt werden: Experimentirvorrichtungen, deren Ausführung die dauernde Ueberwachung des Experimentators erfordert, sowie Instrumententheile, deren Herstellung die Präcision in Einzelheiten verlangt und deshalb dem privaten Mechaniker eine Mühe verursachen würde, der gegenüber die zu fordernde Geldentschädigung in keinem Verhältniss steht. Ausnahmsweise wird die Werkstatt auch für andere Staatsanstalten und Behörden Arbeiten übernehmen, wenn

ähnliche Schwierigkeiten für die Beschaffung aus anderen Quellen vorliegen. Endlich wird es Aufgabe der Werkstatt sein, für deutsche Gewerbtreibende Instrumententheile anzufertigen oder sonstige mechanische Arbeiten zu liefern, sofern deren Herstellung in Privatwerkstätten aussergewöhnliche Hilfsmittel erfordert. Hierher gehört die Ausführung von Theilungen auf Mutterkreisen, die Herstellung von Präcisionsschrauben, Normalmaassstäben u. dergl. mehr.

Für unsere Freunde aus der Praxis wird es von Interesse sein, auch über die Einrichtung der Werkstatt noch Einiges zu erfahren. Dieselbe ist mit vier Arbeitsplätzen ausgerüstet und wird zunächst mit fünf Drehbänken arbeiten, deren grösste, eine Universalleitspindelbank von 225 *cm* Bettlänge, noch nicht geliefert ist. Diese Bank wird nur Riemenbewegung haben. Ihr zunächst kommt eine eiserne Vorgelegebank von 130 *cm* Bettlänge mit Fräseeinrichtungen; sodann ist eine eiserne Bank von 126 *cm* Bettlänge mit Patronenspindel und Vorrichtungen zum Räderschneiden und Zahlenschreiben vorhanden; ihr schliesst sich eine eiserne Bank von 90 *cm* Bettlänge mit Patronenspindel an, welche eben so wie die beiden vorgenannten Bänke sowohl durch Riemen als durch Tritt bewegt werden kann. Nur Trittbewegung findet sich bei der kleinsten Bank von 48 *cm* Bettlänge auf Holzgestell. Als Motor dient eine Gasmaschine von 4 Pferdekräften, welche zugleich die für die elektrischen Untersuchungen bestimmte Dynamomaschine treibt. Die Werkstatt ist auch für kleinere Schmiedearbeiten gut eingerichtet, ebenso ist ein Platz mit Tischlerwerkzeug ausgerüstet; die zahlreichen Hilfsapparate aus Blech, welche in den einzelnen Arbeitsgruppen gebraucht werden, haben es nöthig gemacht, auch Blechbearbeitungsmaschinen anzuschaffen.

Der neue Pendelapparat des k. k. militär-geographischen Instituts.

Von

Major **R. von Sterneck**, Leiter der astronomischen Abtheilung und der Instituts-Sternwarte.

Nach mehrjährigen Bemühungen ist es mir gelungen, einen compendiösen Pendelapparat zu construiren, mit welchem es möglich ist, sehr präcise Schwerebestimmungen, selbst an schwer zugänglichen Orten, auszuführen. Dieser Umstand bewog die k. k. österreichische Gradmessungs-Commission, in ihrer Sitzung am 19. December 1885 einstimmig den Wunsch auszusprechen, es möge ein Pendelapparat nach meinen Principien mit den Hilfsmitteln der modernen Mechanik construirt und mit demselben an möglichst zahlreichen Orten Schwerebestimmungen ausgeführt werden. Das k. k. Reichs-Kriegsministerium genehmigte meine auf Grund dieses Beschlusses vorgelegte und von der Direction des k. k. militär-geographischen Instituts befürwortete Eingabe, und der neue Pendelapparat wurde durch den Mechaniker E. Schneider in Währing bei Wien nach den von mir auf Grund der gemachten Erfahrungen entworfenen Plänen ausgeführt.

Der Apparat ist in erster Linie bestimmt, die Unterschiede der Schwere je zweier Orte durch gleichzeitige Beobachtungen an beiden Orten mit Benutzung nur einer Uhr sehr genau zu bestimmen; demgemäss besteht er aus zwei gleichen und vollständigen Pendelapparaten, die auch einzeln zu relativen Schwerebestimmungen mittels invariabler Pendel verwendbar sind. Da ich auch die Möglichkeit der Ausführung von Schwerebestimmungen an schwer zugänglichen Orten, wie hohen Berg-

gipfeln, tiefen Bergwerken u. s. w., anstrebte, so musste dem Apparate eine möglichst compendiöse Form gegeben werden, weshalb ein Halbsecundenpendel gewählt wurde; hierbei war nicht nur maassgebend, dass der Transport erleichtert, oft überhaupt erst ermöglicht und die Aufstellung bequemer wird, sondern wesentlich die bei diesen Dimensionen leicht erzielbare ganz ausserordentliche Stabilität des Apparates.

I. Beschreibung des Apparates.

Der vollständige Apparat besteht im Wesentlichen aus vier Theilen, nämlich 1. dem eigentlichen Pendelapparate, 2. den Vorrichtungen zur Bestimmung der Schwingungsdauer, 3. den Apparaten zur Bestimmung der Constanten, und endlich 4. den Vorrichtungen zur Aufstellung und Benutzung im Felde.

1. **Der eigentliche Pendelapparat** besteht aus den Pendeln, den Stativen und Thermometern.

a) Die beiden Pendel sind aus Messing verfertigt und stark vergoldet. Sie haben eine Länge von etwa 25 *cm* und schwingen daher halbe Secunden; das Gewicht *g* (Fig. 1) oder die Pendellinse hat die Form von zwei an der Basis verbundenen abgestutzten Kegeln, der grössere Durchmesser ist 8 *cm*, die beiden kleineren je 4 *cm*, die Höhe beträgt 4 *cm*. Die Linse hat ein Gewicht von etwa 1 *kg* und ist aus blasenfreiem, gehämmertem Rothgusse hergestellt.

Am oberen Ende der 8,5 *mm* dicken runden Pendelstange aus hart gezogenem Messing, welche mit der Pendellinse verschraubt und verlöthet ist, befindet sich die Fassung für die Achatschneiden. Auf der Vorderseite trägt dieselbe einen kleinen Planspiegel *s* von 10 *mm* Breite und 15 *mm* Höhe, der mittels eines angeschraubten Rahmens durch drei kleine Ansätze festgehalten wird. Auf der Rückseite der Fassung befindet sich eine durch sechs Schrauben befestigte Messingplatte, durch welche der sorgfältig eingepasste Achat festgehalten wird. Diese Platte trägt auch die Nummer des Pendels eingravirt.

Der Achat *A* (Fig. 1), an welchem die Schneiden angeschliffen sind, hat die Form eines fünfseitigen 50 *mm* langen Prismas, im Querschnitt zusammengesetzt aus einem Rechtecke von 8 *mm* Breite und 10 *mm* Höhe und einem Dreiecke von 8 *mm* Basis und etwa 4,5 *mm* Höhe. Theile der unteren Kante dieses Prismas bilden die Schneiden, deren Flächen unter einem Winkel von etwa 80° zusammenstossen.

Zu beiden Seiten der Pendelstange befinden sich je zwei Schneiden. Jene an den äussersten Enden des Achates, die Hilfsschneiden, sind 3 *mm* lang und dienen zur Einhängung des Pendels in die Einhängevorrichtung, während die näher an der Pendelstange befindlichen 5 *mm* langen und von den früheren durch einen 3 *mm* langen Zwischenraum abgetrennten eigentlichen Pendelschneiden nach dem Herablassen des Pendels mittels der Einhängevorrichtung auf der Achatplatte des Statives aufliegen, in welchem Falle die Hilfsschneiden über Aushöhlungen in der Achatplatte zu stehen kommen und diese daher nicht berühren. Alle vier Schneiden liegen in einer geraden Linie; dieselben sowie die ebenen Achatplatten wurden in vorzüglicher Weise hergestellt.

Abwägungen der Pendel an der Luft und unter Wasser haben ergeben: für Pendel I Gewicht = 1096,1 *g*, Dichte = 8,113; für Pendel II Gewicht = 1078,7 *g*, Dichte = 7,867. Bei Pendel I ist demnach das Gussmetall der Pendellinse etwas dichter. Es war sehr schwierig, die Pendellinse fehlerfrei herzustellen; es mussten nach und nach etwa zehn Stücke gegossen werden, bis zwei davon als brauchbar erkannt wurden.

b) Das Stativ, welches in einem Stücke aus Rothgussmetall gegossen ist, besteht unten aus einem starken Ringe *R* (Fig. 1 a. f. S.), im Querschnitt von 25 *mm* Breite und ebenso viel Höhe und 22 *cm* innerem Durchmesser, welcher mit drei Ansätzen für die Stellschrauben versehen ist. Von diesem Ringe, welcher unten mit einer Metallplatte verschlossen ist, erheben sich die drei Stativfüsse, die 45 *mm* breit und 10 *mm* dick sind und Theile der Mantelfläche eines Kegels von der Form des Statives bilden, so dass jeder Fuss innen durch eine concave, aussen durch eine convexe Fläche begrenzt ist. Jener Fuss, der in der Schwingungsebene des Pendels liegt (in Fig. 1 der hintere), theilt sich unten bogenförmig in zwei Theile, so dass in der Richtung der Bewegung der Pendellinse ein freier Raum für die ungehinderte Bewegung der Luft gebildet wird.

Oben vereinigen sich die drei Füsse wieder zu einem Ringe von 10 *cm* Durchmesser, der oben mit einer etwa 10 *mm* vorspringenden Platte geschlossen ist. Diese Platte *r*, welche als Auflager für die Achatplatte dient, hat eine ovale Oeffnung von 55 *mm* Länge und 21 *mm* Breite zum Hindurchstecken der Achatschneiden beim Einhängen und Herabnehmen des Pendels, sowie zwei kleine runde Oeffnungen für die Einhängevorrichtung. Diese sämmtlichen Theile des Statives, welches 9 *kg* wiegt, sind, wie schon oben erwähnt, in einem Stück gegossen.

Auf der oberen Platte des Statives, die eben abgedreht ist, liegt die runde Achatplatte von 5 *mm* Dicke und 80 *mm* Durchmesser auf, deren Oberfläche eben geschliffen ist und als Lager für die Schneiden sowie zur Horizontalstellung mittels der Wasserwaage dient. Der Rand dieser Achatplatte ist etwas conisch zugeschliffen, und sie wird durch einen gleichfalls conisch ausgedrehten Messingring von gleichem Durchmesser wie die obere Platte des Statives, welcher an letztere angeschraubt ist, festgehalten. Um jedoch etwaigen Deformationen der Achatplatte vorzubeugen, drückt der Messingring nicht direct auf dieselbe, sondern mittels dreier starken Federn aus Messing, die sich in entsprechenden Vertiefungen an der inneren conischen Fläche des Ringes befinden, so dass die Achatplatte an drei Punkten durch diese Federn festgehalten wird. Die Platte ist conform der oberen Stativplatte durchbrochen; sie hat nämlich gleichfalls eine grosse ovale Oeffnung in der Mitte zum Hindurchstecken der Schneiden und zwei kleine runde Durchbohrungen für die Bolzen der Einhängevorrichtung.

Diese Vorrichtung besteht aus einem Winkelhebel, der oben an der Innenseite des Statives drehbar befestigt ist; der nach abwärts gehende längere Hebelarm *h* (in Fig. 1 hinten zu sehen) kann mittels einer durch den hinteren Stativfuss hindurchgehenden Schraube (in der Zeichnung durch den Fuss verdeckt), an welche er mittels der Feder *F* angepresst wird, sehr fein bewegt werden, wodurch der kürzere, horizontal unter der Platte liegende Hebelarm auf- und abwärts bewegt wird. Dieser Hebelarm hat die Form eines Hufeisens und trägt horizontal über seinen beiden Armen *uu* (Fig. 1) flache Federn, die durch auf ihre vorderen Enden *n* wirkende Schrauben *m* gehoben und gesenkt werden können. In den runden Durchbohrungen der oberen Stativ- und Achatplatte befinden sich Messingcylinder von 5 *mm* Durchmesser und 20 *mm* Höhe, welche unten auf der Mitte dieser Federn aufstehen, und mit ihrem oberen Ende einen halben Millimeter hervorragen, so dass, wenn die Pendel mit den Hilfsschneiden auf dieselben eingehängt werden, die eigentlichen Schneiden nicht auf der Achatplatte aufruhen, sondern einen halben Millimeter von derselben abstehen. Wird nun der Hebelarm mittels der Schraube herabgelassen, so senken sich allmälig diese zwei Messingcylinder, welche durch Spiralfedern

in ihren Führungsgehäusen abwärts gedrückt werden, bis ihre obere Fläche, also das Auflager der Hilfsschneiden, unter die Oberfläche der Achatplatte zu stehen kommt, in welchem Falle die wirklichen Pendelschneiden auf der Platte aufliegen, während die Hilfschneiden über den cylindrischen Durchbohrungen frei sind. Soll das Pendel nach der Beobachtung wieder ausgehängt werden, so wird der Hebel mittels der Schraube gehoben, die Messingcylinder heben sich aus den Durchbohrungen, fassen sanft die Hilfsschneiden und heben die eigentlichen Schneiden von der Achatplatte vertical ab. Mit den früher erwähnten Schräubchen *m* kann durch die horizontalen Federn *n*, auf welchen die beiden Messingcylinder aufstehen, letzteren leicht eine solche Stellung gegeben werden, dass beim Herablassen des Pendels beide Schneiden gleichzeitig auf die Platte aufzuliegen kommen. Die Federn *n*, als Unterlage der beiden Cylinder, vermitteln ein sehr zartes Einhängen der Pendel, sowohl auf die Hilfsschneiden als auch auf die wahren, da durch die Biegsamkeit der Federn alle Stösse vermieden werden.

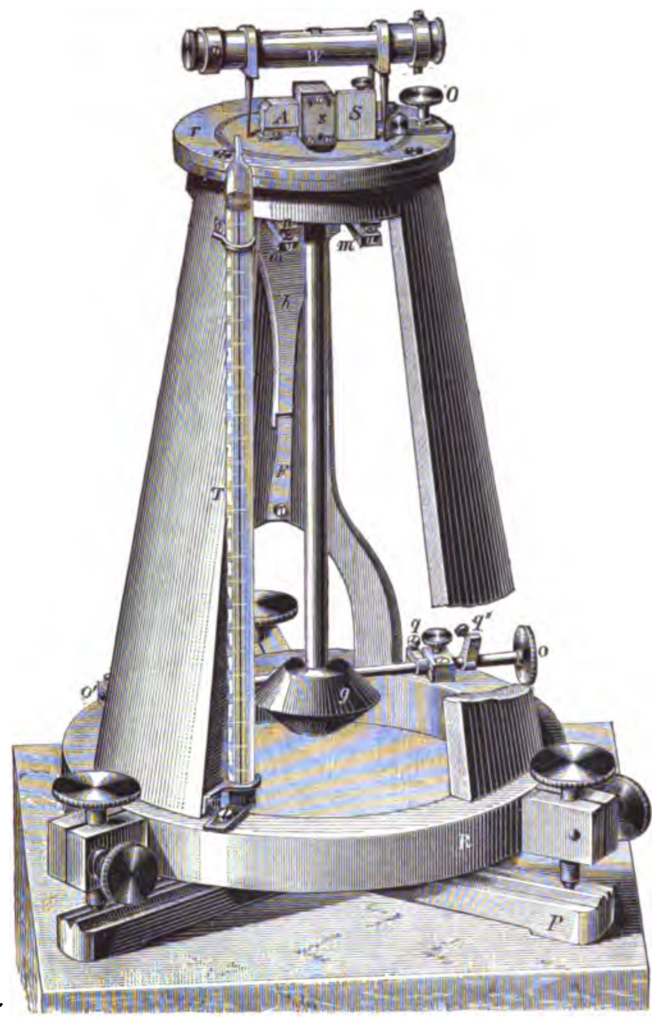


Fig. 1.

Auf der oberen Stativplatte, beziehungsweise auf dem obersten Messingringe *r* kann ein Planspiegel *S* mittels der Schraube *O* befestigt werden, der nach Art der Heliotropenspiegel mittels zweier Schräubchen durch Bewegung in Azimuth und Höhe leicht zur Ebene des Pendelspiegels *s* in dessen Ruhelage parallel gestellt werden kann.

Eine Wasserwaage *W* von 6″ Theilwerth dient zur Horizontalstellung der Achatplatte. Ihre drei Füsschen sind je 30 *mm* lang, damit sie eventuell auch während der Beobachtungen aufgesetzt bleiben kann.

Auf dem unteren Ringe *R* des Statives ist noch die Arretirvorrichtung des Pendels angebracht, welche dazu dient, das Pendel bei einer bestimmten Amplitude in Ruhe zu halten und vor der Beobachtung loszulassen, so dass demselben jede beliebige Amplitude mit Sicherheit ertheilt werden kann. Die Vorrichtung besteht aus einer horizontalen Welle *oo'*, deren Lager auf der oberen Fläche des Stativringes befestigt sind. Diese Welle trägt in der Mitte einen flachen Arm aus Elfenbein

von 40 *mm* Länge (in der Figur durch die Pendellinse grösstentheils verdeckt), welcher durch Drehung der Welle das Pendel aus der Ruhelage bringt und so erhält. In der Nähe des zweiten Axenlagers der Welle, auf der Seite bei *o* befinden sich zwei Arme aus Messing in solcher Lage, dass der eine mittels einer an seinem Ende angebrachten Stellschraube *q* auf der oberen Fläche des Stativringes aufruht, wenn der Elfenbeinarm das Pendel etwas aus der Ruhelage entfernt hat; wird nun vor der Beobachtung die Welle oo' rasch so umgedreht, dass der Elfenbeinarm sich von der Pendellinse entfernt, so gelangt das Pendel von selbst in Schwingung, da ihm seine Stütze entzogen wird; der zweite Messingarm bei *o* hat eine solche Stellung, dass er mittels der Schraube q' an die obere Fläche des Stativringes anschlägt, wenn der Elfenbeinarm horizontal ist, und daher, da er sich 30 *mm* tiefer als die Pendellinse befindet, der freien Bewegung des Pendels kein Hinderniss bietet. Mittels dieser Vorrichtung ist es demnach leicht, dem Pendel eine bestimmte Schwingungsamplitude zu beliebiger Zeit zu ertheilen, ohne es irgendwie durch Berührung oder Stösse zu derangiren.

Zur Horizontalstellung des Statives dienen die drei Stell- oder Fussschrauben desselben, deren Spitzen in schmalen und tiefen Schlitzen der gusseisernen, dreiarmigen Unterlagsplatte *P* stehen. Es ist ein wesentliches Erforderniss eines jeden Pendelstatives, dass nach erfolgter Horizontalstellung die Fussschrauben mit dem Stative fest verbunden werden können; denn bleiben sie in ihren Muttern locker, so wird hierdurch die durch die Stativconstruction erzielte Stabilität des Apparates sehr beeinträchtigt. Um das vollkommene Festklemmen der Schrauben, welches erfahrungsgemäss, besonders nach längerem Gebrauche der Instrumente, selten ausführbar ist, zu ermöglichen, wurden vom Mechaniker aus dem mittleren Drittel der geschlitzten Schraubenmuttern die Schraubengewinde entfernt, so dass beim Zuklemmen die Fussschraube nur vom oberen und unteren Rande der Mutter gefasst wird, während die Mitte frei bleibt; selbstverständlich ist dann ein Wackeln der Schraube unmöglich, und durch diese einfache Anordnung hat der Mechaniker Schneider wirklich einem grossen Uebelstande abgeholfen, der sich bei vielen Instrumenten, die mit Stellschrauben versehen sind und bei denen es auf eine feste Aufstellung ankommt, oft sehr unangenehm und störend bemerkbar macht. Die oberen und unteren Partien der Gewinde reiben sich nämlich mit der Zeit aus, und dann nutzt ein noch so festes Anziehen der Klemmschraube nichts, da die Mutter nur in ihrer Mitte die Schraube fasst und daher das Schlottern nicht verhindert.

Die Aufstellung des Statives auf die dreiarmige gusseiserne Unterlagsplatte, die nur unterhalb der Fussschrauben auf dem Pfeiler stumpf aufsteht, bietet eine weit grössere Sicherheit als jene auf die üblichen Fussplatten, welche, wie ich mich häufig zu überzeugen Gelegenheit hatte, die Ursache des Misslingens mancher Beobachtungen waren. Besonders auf rauhen Pfeileroberflächen, noch mehr jedoch, wenn die Fussplatten mit Spitzen versehen oder aufgegipst sind, ist die Gefahr vorhanden, dass nach erfolgter Horizontalstellung nicht alle drei Fussschraubenspitzen centrisch in den Aushöhlungen der Fussplatten aufstehen, sondern sich nur theilweise einseitig in dieselben zwängen, indem die drei Fussschraubenspitzen während der Horizontalstellung ihre gegenseitigen Entfernungen etwas ändern, die Fussplatten jedoch dieser Aenderung nicht folgen können. Bei der dreiarmigen Unterlagsplatte mit radialen schmalen und entsprechend tiefen Schlitzen kann dieser Fall nie eintreten, da die Schlitze jeder Aenderung der Entfernung der Fussschraubenspitzen stets Raum bieten. Bei keinem Instrumente, wo eine feste Aufstellung erfor-

derlich ist, namentlich auch bei Theodoliten während der Winkelmessungen, sollten Fussplatten, am Wenigsten solche mit Spitzen zur Verwendung kommen.

Zum Pendelstative gehört noch ein Glaskasten, mit welchem der ganze Pendelapparat nach vollkommener Aufstellung desselben behufs Abhaltung des Luftzuges, Staubes und Erzielung einer gleichmässigeren Temperatur überdeckt wird. Derselbe besteht aus fünf Holzrahmen mit Spiegelglastafeln, die zusammengeschraubt werden können. Damit unmittelbar vor der Beobachtung, wenn das Pendel auf die Achatschneiden herabgelassen und die Arretirvorrichtung ausgelöst wird, dieser Glaskasten nicht abgehoben zu werden braucht, befinden sich auf zwei Seiten desselben, welche theilweise mit dünnen Brettchen ausgefüllt sind, Oeffnungen von 6 *cm* Durchmesser mit Verschlussklappen, durch welche hindurch die ränderirten Schraubenköpfe der Hebe- und Arretirvorrichtung mittels eines kleinen mit Kautschuk ausgefütterten Trichters, der an einem Stabe befestigt ist, von aussen entsprechend bewegt werden können, ohne den Glaskasten heben oder den Apparat mit der Hand berühren zu müssen.

c) Bei Pendelbeobachtungen kommt es vorzüglich darauf an, die Temperatur der Pendelstange möglichst richtig zu kennen. Da nun diese vermöge ihrer Länge Luftschichten von verschiedener Temperatur durchdringt, namentlich bei Temperaturänderungen, wo die Temperatur des Pfeilers lange Zeit hindurch jene der unteren Luftschichten beeinflusst, so soll das Pendelthermometer das Mittel der Temperaturen aller Luftschichten, welche vom Pendel durchdrungen werden, angeben.

Das Thermometer besteht demnach aus einem 250 *mm* langen cylindrischen und oben zugeschmolzenen Quecksilbergefässe *T* (Fig. 1) von 5 *mm* Durchmesser aus Glas, an dessen unterem Ende das nach aufwärts gebogene Thermometerrohr angeschmolzen ist. Zwischen diesem und dem Quecksilbergefässe befindet sich eine in Millimeter getheilte Skale; das ganze Thermometer ist in einem Glasrohre von 12 *mm* Durchmesser befestigt und eingeschmolzen.

Der Stand des Quecksilberfadens im Thermometerrohre ist von der Temperatur sämmtlicher Luftschichten, welche das 250 *mm* lange Quecksilbergefäss, demnach auch die Pendelstange durchdringt, abhängig. Durch das einschliessende Glasrohr ist auch die Empfindlichkeit des Thermometers etwas abgeschwächt, so dass seine Angaben sich den thatsächlichen Temperaturen der Pendelstange, welche bekanntlich stets hinter der Lufttemperatur etwas zurückbleiben, besser anschliesssn.

Um zu bestimmen, wie sich die Empfindlichkeit dieser Thermometer zu der Temperaturänderung der Pendelstangen verhält, wurde ein Apparat construirt, der weiter unten bei Gelegenheit der Besprechung der Vorrichtungen zur Bestimmung der Constanten des Pendelapparates näher erörtert werden soll.

Die durch den Glaskünstler C. Woytacek in Wien im December 1886 hergestellten Thermometer wurden zu verschiedenen Zeiten mit dem Thermometer der Institutssternwarte sowohl in Wasser als auch in freier Luft bei verschiedenen Temperaturen verglichen und die Gleichungen zur Verwandlung ihrer Angaben in Centigrade aufgestellt. Anfangs änderten sich naturgemäss die constanten Glieder dieser Gleichungen in Folge der Veränderungen der Nullpunkte durch die Zusammenziehung des Glases, doch wurde dieselbe nach einem Jahre schon sehr gering und dürfte gegenwärtig nur mehr ganz unmerklich sein.

Das Thermometer ist an dem Stative, wie aus der Figur ersichtlich, mit

Hilfe von Führungsringen, die an den Stativfuss angeschraubt sind, vertical befestigt und steht unten auf einer am Stativringe angeschraubten Lamelle, auf einem kleinen Lederpolster auf.

2. Vorrichtungen zur Bestimmung der Schwingungsdauer.

a) Die Bestimmung der Pendelschwingungsdauer geschieht nach der Coïncidenzmethode. Hierzu wird folgender in Fig. 2 dargestellter Apparat benutzt: Ein prismatisches Gehäuse aus Messing von 20 *cm* Länge, 10 *cm* Breite und 14 *cm* Höhe ruht auf drei Fussschrauben, trägt auf seinem oberen Theile ein Fernrohr von 23 *mm* Oeffnung, mit einfachem Fadenkreuze und etwa achtfacher Vergrösserung und an der in der Figur rechts liegenden vorderen Wand eine auf weissem Glase getheilte Skale (in der Figur nicht sichtbar), welche durch den Deckel *D* verdeckt werden kann. Auf der Seitenwand des Gehäuses, welche in der Figur fortgelassen ist, um das Innere des Gehäuses sichtbar zu machen, befindet sich eine runde, mit matt geschliffenem Glase gedeckte Oeffnung, durch welche Licht in das Innere des Gehäuses gelangen kann. Wird der Coïncidenzapparat in einiger Entfernung von dem Pendelapparate aufgestellt, so kann man in dem Fernrohre das vom Pendelspiegel *s* (Fig. 1) reflectirte Bild der Skale sehen, und zwar bewegt sich dasselbe auf- und abwärts, wenn das Pendel schwingt. Die Skale ist in der Mitte, beziehungsweise in ihrem Nullpunkte durchbrochen, und im Innern des Gehäuses befindet sich in der gleichen Höhe mit dieser Durchbrechung an dem vorderen Träger *T* eine Metallplatte *m* vertical befestigt, welche mit einem horizontalen 0,5 *mm* breiten Schlitze versehen ist. Hinter dieser Platte ist ein Spiegel *i* unter 45° befestigt, welcher das durch die erwähnte Oeffnung des Gehäuses eindringende Licht nach vorwärts durch diesen Schlitz und die Oeffnung in der Skale auf den Pendelspiegel reflectirt, so dass im Fernrohre an der Stelle des Nullstriches der Skale eine feine helle Linie wahrzunehmen ist. Weiter befindet sich im Innern des Gehäuses ein Elektromagnet *E*, der bei Stromschluss den Hebel *H* nach abwärts bewegt, bei Stromöffnung denselben durch eine am rückwärtigen, kürzeren Hebelarm wirkende Spiralfeder, welche durch die ausserhalb des Gehäuses angebrachte Stellschraube *k* entsprechend gespannt werden kann, wieder nach aufwärts bewegt. Dieser Hebel, dessen Ausschlag durch zwei an dem vorderen Ständer *T* befindliche Stellschrauben *p* regulirt werden kann, trägt an seinem vorderen Ende bei *t* gleichfalls eine verticale abwärts gerichtete Metallplatte mit einem horizontalen feinen Schlitze, welche einige Millimeter vor der gleichen festen Platte *m* zu stehen kommt, so dass beide Platten sich nicht berühren. Nur in dem Falle, dass sich die Schlitze beider Platten decken,

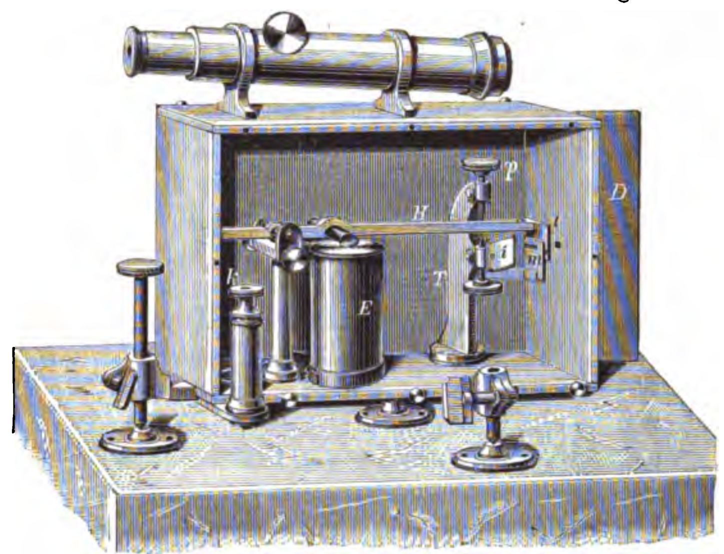


Fig. 2.

kann Licht durch dieselben zum Pendelspiegel, beziehungsweise in das Fernrohr gelangen, in jeder anderen Stellung der Platten sind die Schlitze verdeckt.

Man kann nun die Stellschrauben p so stellen, dass bei der Bewegung des Hebels die Schlitze aneinander vorübergehen, während dieselben sowohl bei angezogenem als auch bei losgelassenem Anker verdeckt sind, so dass jedesmal bei Stromschluss und Stromöffnung eine helle Linie als Momentbild im Fernrohre sichtbar wird. Verbindet man den Elektromagneten des Coïncidenzapparates mit dem Contactwerke einer Secundenuhr, so sind innerhalb jeder Secunde zwei solche Momentbilder oder helle Linien sichtbar, und wenn wir dasjenige, welches beim Stromschlusse erscheint, als weniger präcise entstehend, nicht beobachten und nur jenes in Betracht ziehen, welches bei Stromöffnung entsteht, so erscheint uns dasselbe bei schwingendem Pendel jedesmal an einer anderen Stelle im Fernrohre in Bezug auf den Horizontalfaden desselben, weil das Pendel im Allgemeinen in etwas anderen Intervallen schwingt, als die Uhr Stromschlüsse bewirkt, demnach das Pendel, beziehungsweise der Pendelspiegel in diesen Momenten jedesmal eine andere Stellung in Bezug auf seine Ruhelage einnimmt. Auf dem Horizontalfaden des Fernrohres selbst erblicken wir die helle Linie demnach immer nur dann, wenn das Pendel im Momente des Erscheinens derselben eine gewisse Lage hat, und die Intervalle dieser Erscheinung, oder wie wir sie nennen, dieser Coïncidenzen, entsprechen jenen Zeiten, in welchen das Pendel eine Schwingung mehr oder weniger gemacht hat, als die Uhr Stromschlüsse bewirkt hat, oder als Secunden verflossen sind; sie geben uns daher die Schwingungsdauer des Pendels an.

Die Bestimmung der Schwingungszeit des Pendels ist demnach mit diesem Apparate sehr vereinfacht und leicht. Der Beobachter hat nur die bei jedesmaliger Stromunterbrechung entstehende helle Linie im Fernrohre zu verfolgen und die Uhrzeiten aufzufassen, wenn dieselbe am Horizontalfaden des Fernrohres sichtbar wird. Die Amplituden des Pendels können jederzeit auf der im Fernrohre sichtbaren auf- und abwärtsschwingenden Skale mit Hilfe des Horizontalfadens sehr scharf abgelesen und mit dem Skalenwerthe und der abgemessenen Entfernung der Skale vom Pendelspiegel in Bogenmaass verwandelt werden.

Der Coïncidenzapparat bietet neben der Einfachheit und Leichtigkeit der Beobachtung noch den wesentlichen Vortheil, dass die Schwingungsdauer des Pendels bei sehr kleinen Amplituden von 10 bis 20 Minuten bestimmt werden kann, wodurch nicht nur grosse Fehlerquellen, wie das Gleiten der Schneiden, Mitschwingen des Statives u. s. w., vermieden werden, sondern auch die Reductionen der Beobachtungen eine wesentliche Vereinfachung erfahren. Es ist jedoch eine nothwendige Bedingung, dass der Apparat während der Dauer der Beobachtung seine Stellung nicht ändert; deswegen muss er auf einem festen Postamente aufgestellt werden und die Klemmen der Fussschrauben sind deshalb gleichfalls so construirt wie jene der Fussschrauben des Pendelstatives; das innere Drittel der Schraubengewinde ist nämlich ausgedreht. Um jedoch ein etwaiges Verstellen des Coïncidenzapparates erkennen und sofort berichtigen zu können, ist an dem Pendelstative der schon früher erwähnte Spiegel S mittels der Schraube O befestigt (Fig. 1), dem durch zwei Schräubchen leicht eine solche Stellung gegeben werden kann, dass auch von ihm das Bild der Skale des Coïncidenzapparates in das Fernrohr reflectirt wird, welches jedoch natürlich ruhig stehend erscheint. Wir sehen demnach im Fernrohre zwei Skalen neben einander, die eine sich bewegend, die andere fest, und so lange an dem Coïncidenzapparate keine Veränderung bezüglich seiner Auf-

stellung vor sich geht, erscheint der Horizontalfaden an derselben Stelle der festen Skale; bei wahrgenommener Veränderung kann durch Einstellung des Fadens auf dieselbe Stelle mittels der rückwärtigen Fussschraube sofort wieder die ursprüngliche Lage hergestellt werden.

b) Zur Entsendung der durch die Uhr bewirkten Stromschlüsse nach zwei telegraphisch verbundenen Stationen, sowie Empfang derselben auf letzteren behufs Bewegung der Coïncidenzapparate dienen drei elektrische Relais mit doppeltem Contacte, nämlich einem nach Art der gewöhnlichen Relais, und dem zweiten mittels Federn, die beim Niedergehen des Hebels mit einander in Contact gelangen. Es können demnach mit diesen Relais zwei Ströme von ungleicher Intensität gleichzeitig geschlossen und nach verschiedenen Richtungen entsendet werden. Da das eine Relais direct von der Uhr aus durch Localströme bewegt wird, so ist dasselbe mit Morsespulen versehen, während die beiden anderen, die auf entfernten Beobachtungsstationen zur Verwendung kommen und daher von Linienströmen bewegt werden, mit Spulen von grösseren Widerständen ausgestattet sind. Die Relais sind gleichwie die Coïncidenzapparate in Messinggehäusen eingeschlossen.

3. Vorrichtungen zur Untersuchung des Apparates und Bestimmung der Constanten.

a) Zur Bestimmung des Einflusses des Luftwiderstandes auf die Schwingungszeiten dienen zwei Glasrecipienten von 35 *cm* Durchmesser und 60 *cm* Höhe, deren Ränder mittels einer 3 *cm* breiten Fassung auf starken metallenen Scheiben, beziehungsweise Recipiententellern von 40 *cm* Durchmesser luftdicht aufgeschliffen sind. An letztere sind unten drei conische Ansätze von 5 *cm* Höhe angegossen, auf welchen sie fest aufstehen, und im Centrum befindet sich eine Durchbohrung, welche mit einem Hahne luftdicht geschlossen werden kann. Auf der oberen Fläche dieser Scheiben sind drei mit einem Schlitze versehene Fussplatten angeschraubt, auf welche das Pendelstativ aufgestellt wird. Diese drei Fussplatten befinden sich genau über den drei Füssen der Teller, so dass bei der Luftverdünnung die durch den äusseren Luftdruck allenfalls entstehende Deformation der Teller auf die Stellung des Statives ohne Einfluss bleibt.

Der ganze Pendelapparat kann auf diesen Tellern aufgestellt und mit den Glasrecipienten überdeckt werden, so dass durch Auspumpen der Luft jede für die Untersuchung wünschenswerthe Luftverdünnung erzielt werden kann.

Da sowohl die Wände des Glaskastens der freien Bewegung der Luft bei schwingendem Pendel einen Widerstand bieten, als auch die Aufstellung des Pendelapparates auf den Recipiententellern möglicherweise durch ein geändertes Mitschwingen desselben auf die Schwingungsdauer von Einfluss ist, so wurden zwei derartige Recipienten angefertigt, damit bei gleichzeitig mit beiden Pendeln ausgeführten Bestimmungen diese Einflüsse in den Differenzen der erhaltenen Resultate verschwinden.

Zur Bestimmung des Luftdruckes unter den Glasstürzen dient ein vom Mechaniker Hacker in Prag verfertigtes Heberbarometer, dessen offener Schenkel mit dem Hahne in Verbindung gebracht werden kann.

Wird bei gleichzeitigen Bestimmungen der Schwingungszeiten beider Pendel mittels nur einer Uhr die Luft alternirend unter den Recipienten verdünnt, so lässt sich aus den gefundenen Unterschieden der Schwingungsdauer beider Pendel der Einfluss der Luftdichte auf dieselbe sehr genau ermitteln.

b) Zur Bestimmung des Einflusses der Temperatur auf die Schwingungszeiten dient ein Heizapparat, mittels dessen abwechselnd jedes der beiden Pendel beliebig erwärmt werden kann. Zu diesem Zwecke werden die Steinpostamente zur Aufstellung der Apparate mit einem Holzkasten von gleicher Höhe und quadratischer Grundfläche von 72 *cm* Seite umgeben und letztere mit einem Deckel aus Eisenblech, welcher mit einem Ausschnitte für die Postamente versehen ist, überdeckt. Dieser Deckel kann durch 16 Flämmchen eines unterhalb befindlichen, im Vierecke gebogenen Gasrohres entsprechend erwärmt und gleichmässig warm erhalten werden. — Der Pendelapparat wird auf dem Postamente vollständig aufgestellt und mit dem Glaskasten überdeckt. Ueber diesem wird ein zweiter Glaskasten, dessen Wände um 15 *cm* von jenen des ersten abstehen, auf den äusseren Rand des eisernen Deckels aufgestellt und der Zwischenraum durch die erwärmte Eisenplatte geheizt, so dass der Pendelapparat von einer gleichmässig erwärmten Luftschicht umgeben ist. Zur besseren Erhaltung der Constanz der Temperatur wird der äussere Kasten noch mit Decken überdeckt. — Der äussere Glaskasten hat gleichfalls zwei runde mit einer Klappe geschlossene Oeffnungen, welche mit jenen des inneren Kastens correspondiren, so dass das Einhängen und Auslösen des Pendels von aussen mit Hilfe des früher erwähnten an einem Stabe befestigten Trichters bewirkt wird, ohne dass es nöthig ist, den Glaskasten zu heben und Veranlassung zu Temperaturänderungen zu geben. — Versuche haben ergeben, dass nach 36stündiger Erwärmung sowohl die Postamente als auch die Pendelapparate eine gleichmässige Temperatur angenommen haben, und dass dieselbe viele Stunden hindurch constant bleibt. Man kann so leicht abwechselnd die Apparate bis auf 30° erwärmt erhalten.

Werden wieder gleichzeitig nach nur einer Uhr die Schwingungszeiten der alternirend erwärmten Pendel bestimmt, so ergeben sich aus den gefundenen Unterschieden die gesuchten Einflüsse der Temperatur sehr einfach.

c) Schliesslich ist hier noch ein Apparat zu erwähnen, mit dessen Hilfe ermittelt werden kann, inwiefern die von den Pendelthermometern angegebenen Temperaturänderungen mit jenen der Pendel selbst übereinstimmen.

Ein den beiden Pendeln vollkommen nachgebildetes Pendel ist am oberen Ende statt mit Achatschneiden mit einem Messingprisma versehen. Mit der unteren breiten Fläche dieses Prismas liegt das Pendel auf der Achatplatte des Statives fest auf, so dass es nicht schwingt. Ganz nahe neben der messingenen Pendelstange und parallel zu dieser ist eine gleich dicke Stahlstange in die obere Fläche der Pendellinse eingeschraubt, deren oberes Ende in einer Ebene mit der oberen Fläche des Messingprismas liegt. Die Axen beider cylindrischen Metallstäbe, welche ein Metallthermometer repräsentiren, sind 10 *mm* von einander entfernt. Ein vertical stehender Spiegel ruht mittels dreier Spitzen derart auf dem Apparate, dass zwei Spitzen in eine im Messingprisma eingravirte Nut, die dritte jedoch auf die obere Fläche der Stahlstange zu stehen kommen. Aus grösserer Entfernung wird mittels eines fest aufgestellten Fernrohres das von diesem Spiegel reflectirte Bild einer Skale beobachtet und so die minimalsten Aenderungen der Lage dieses Spiegels oder, was dasselbe ist, die Angaben dieses Metallthermometers, welches den Verhältnissen des Pendels in jeder Hinsicht vollkommen entspricht, wahrgenommen und gemessen. Gleichzeitig wird sowohl das an dem Pendelstative befindliche Pendelthermometer, sowie ein gewöhnliches Thermometer abgelesen.

Der Apparat wird in einem Raume mit veränderbarer Temperatur aufge-

stellt, und es ist möglich, durch Beobachtungen zu ermitteln, wie sich die Angaben des Pendelthermometers zu den thatsächlichen jeweiligen Temperaturen der Pendel verhalten.

4. Vorrichtungen zum Aufstellen des Apparates bei der Arbeit im Felde. Sollen Pendelbeobachtungen rationell durchgeführt werden, so müssen die vielen Schwierigkeiten, die sich der exacten Ausführung im Felde entgegenstellen, nach Möglichkeit beseitigt oder wenigstens vermindert werden, denn gar oft muss wegen derselben auf sehr wünschenswerthe Daten verzichtet werden. Die meisten Umstände verursacht gewöhnlich die Beschaffung eines geeigneten Beobachtungspfeilers; wenn ein entsprechendes Local für die Ausführung der Pendelbeobachtungen oder ein passender Platz zur Aufstellung eines Observatoriums gefunden ist, so macht das Aufbauen eines Pfeilers immer sehr viele Umstände und Zeitverlust. Auch sind die an verschiedenen Orten gebauten Pfeiler wegen der Verschiedenheit des Baumaterials von ungleicher Beschaffenheit, weswegen man genöthigt ist, die Dimensionen derselben stets viel grösser zu wählen, als eigentlich nothwendig wäre, damit sie als absolut fest betrachtet werden können. In Berücksichtigung dieser Umstände wurden für den Pendelapparat zwei zerlegbare Steinpfeiler angeschafft, welche, aus vier Stücken bestehend, überallhin leicht transportirt und binnen kürzester Zeit aufgestellt werden können.

Eine Platte von 64 *cm* im Quadrat und 8 *cm* Dicke bildet die Basis des Pfeilers und wird horizontal liegend in den Boden eingegraben und rundherum mit Erdreich fest verstampft. Auf dieselbe kommen zwei sich zu einer abgestumpften vierseitigen Pyramide ergänzende Steine von je 32 *cm* Höhe, welche sich von 42 *cm* Basisseite auf 26 *cm* verjüngen und auf welche oben eine 8 *cm* dicke Platte von 38 *cm* im Quadrate aufgesetzt wird. Die beiden Steine der Pyramide sind mit eisernen Handhaben versehen und jedes Stück des Pfeilers kann von zwei Männern bequem gehoben und transportirt werden. Der ganze Pfeiler hat ein Gewicht von etwa 320 *kg*. — Die Steine, welche an den vier Ecken mit flüssigem Gipse verbunden werden, liegen nicht mit ihrer ganzen Fläche aufeinander, sondern nur auf einem 6 *cm* breiten Rande, indem der innere Theil der Auflager 1 *cm* tief ausgemeisselt ist.

Diese Pfeiler haben eine ungeahnte Stabilität, und zwar sofort nach ihrer Errichtung, die in einer Viertelstunde möglich ist. Ebenso schnell sind die Pfeiler wieder abgetragen und in Kisten zum Weitertransporte geeignet verpackt. Nebst dieser leichten Transportabilität und Aufstellung sowie grossen Festigkeit bieten sie noch den wesentlichen Vortheil, dass auf allen Stationen Pfeiler von gleicher Beschaffenheit zur Verwendung kommen.

Zur Aufstellung der Coïncidenzapparate wurden gleichfalls zwei hölzerne Stative mit verlängerbaren Füssen angefertigt, da es manchmal Schwierigkeiten bereitet, geeignete Postamente aufzufinden oder zu beschaffen.

Zum vollständigen Pendelapparate gehören demnach:

1. zwei vergoldete Pendel aus Messing mit Achatschneiden; 2. zwei Pendelstative aus Rothguss, mit Achatplatte, Einhänge- und Arretirvorrichtung, Wasserwaage zur Horizontalstellung und stellbaren Spiegeln; 3. vier Pendelthermometer; 4. zwei eiserne Unterlagsplatten für das Pendelstativ; 5. zwei zerlegbare Glaskästen; 6. zwei Coïncidenzapparate; 7. drei Relais mit doppeltem Stromschlusse; 8. zwei zerlegbare Steinpfeiler, jeder aus vier Stücken bestehend, sammt Verpackungskisten;

9. zwei hölzerne Coïncidenzapparatgestelle; ferner zur Untersuchung und Bestimmung der Constanten des Apparates: 10. zwei Glasrecipienten von 60 *cm* Höhe und 35 *cm* Durchmesser mit Metallfassung und abgedrehten Ringen; 11. zwei Recipiententeller von Rothguss auf Füssen, mit luftdichtem Hahne und geschliffenen Ringen; 12. eine kleine Luftpumpe aus Messing; 13. eine Vorrichtung zum Erwärmen des Apparates, bestehend aus Holzgestell, Eisenplatte, kupfernem Gasrohr und Glaskasten; 14. ein Metallthermometer in Pendelform.

II. Bestimmung der Reductions-Constanten.

Nachdem der Pendelapparat vom Mechaniker E. Schneider fertiggestellt und übergeben war, habe ich in der Zeit vom 10. März bis 18. April 1887 denselben untersucht und die Constanten desselben zur Reduction der Beobachtungen bestimmt.

Ich habe mich nämlich bemüht, auf empirischem Wege jene Werthe zu ermitteln, mittels deren die Beobachtungen so weit reducirt werden können, um die erhaltenen Resultate vergleichbar, d. h. für relative Schwerebestimmungen geeignet zu machen.

Es war demnach weder beabsichtigt, allgemeine Untersuchungen über Pendelschwingungen überhaupt auszuführen, noch allgemein giltige Gesetze für die Reduction von Pendelbeobachtungen abzuleiten, sondern der Zweck dieser Untersuchungen war ausschliesslich: für diesen Apparat und innerhalb jener Grenzen und Verhältnisse, die durch seine Verwendung zu relativen Schwerebestimmungen an verschiedenen Orten gegeben sind, die nöthigen Reductionsconstanten zu finden, mittels welcher die erhaltenen Resultate vergleichbar gemacht werden können.

Herr Director Professor Dr. E. Weiss hatte die grosse Güte, mir zu diesen Untersuchungen die Kellerräumlichkeiten der Sternwarte zur Verfügung zu stellen, in welchen seinerzeit Herr Hofrath Professor Dr. Ritter von Oppolzer seine fundamentalen Untersuchungen und Beobachtungen mit dem Reversions-Pendel ausgeführt hatte, und die sich durch ausserordentliche Constanz der Temperatur und Ruhe zu derartigen Arbeiten vorzüglich eignen. In zwei von einander getrennten Räumlichkeiten unter dem Nordsaale der Sternwarte wurden auf je einem der transportablen Steinpfeiler die Apparate aufgestellt und die Beobachtungen der Schwingungszeiten beider Pendel von einem dritten Raume aus durch kleine Oeffnungen in den Zwischenwänden mittels der Coïncidenzapparate bewerkstelligt. Die Pendel blieben während der ganzen Dauer der Beobachtungen stets auf der Einhängungsvorrichtung mit den Hilfsschneiden eingehängt und wurden nur zu den jeweiligen Beobachtungen auf die wahren Schneiden herabgelassen. Man kann demnach annehmen, dass mit denselben während der ganzen Dauer der Beobachtungen keinerlei Veränderungen durch die Berührung mit der Hand oder Einlegen derselben in die Etuis vor sich gegangen ist, sie können demnach für diese Zeit thatsächlich als vollkommen invariable Pendel mit gleichbleibender Schwingungszeit betrachtet werden.

Das Princip der Beobachtungen war das der gleichzeitigen Beobachtung beider Pendel mit Hilfe nur einer Uhr, als welche ein Chronometer von Nardin aus Locle in der Schweiz verwendet wurde, das bei vorzüglichem Gange jede Secunde einen elektrischen Contact bewirkt. Wenn auch eine Pendeluhr in diesen Räumen mit constanter Temperatur zweifellos einen gleichmässigeren Gang gehabt hätte als ein Chronometer, so habe ich dennoch letzteres verwendet, da einerseits in den Resultaten bei gleichzeitigen Beobachtungen der Uhrgang sich eliminirt, und andererseits ich dieses Chronometer, welches für den Gebrauch bei Schweremessungen auf Feld-

stationen bestimmt ist, bei dieser Gelegenheit prüfen und kennen lernen wollte. Die Angaben der Uhr dienen bei gleichzeitigen Pendelbeobachtungen nur als gemeinschaftliches Maass bei Bestimmung der Schwingungsdauer beider Pendel; die Wirkungen der verschiedenartigen Einflüsse auf die Schwingungszeit, denen die Pendel abwechselnd bei den Untersuchungen ausgesetzt sind, werden bei diesem Systeme nicht nach der Uhr, sondern nach den Schwingungszeiten der invariablen Pendel selbst gemessen, indem angenommen wird, dass während der Beobachtungen ihre Schwingungszeiten bei gleichen Umständen sich gleich bleiben, demnach die Differenz ihrer Schwingungszeiten eine constante sei. Ist nun die Schwingungszeit des einen Pendels durch einen Einfluss, z. B. Wärme, geändert, so zeigt sich dies, vom Uhrgange unabhängig, in der hierdurch geänderten Differenz der Schwingungszeiten der beiden Pendel.

Auf diesem Principe basirend wurden die Untersuchungen und Bestimmungen der Constanten des Pendelapparates durchgeführt. Es wurden nämlich mit Hilfe der im vorigen Abschnitte beschriebenen hierzu geeigneten Vorrichtungen die Schwingungszeiten beider Pendel sowohl bei möglichst gleichen, als auch bei (innerhalb der Grenzen, wie sie bei den Schwerebestimmungen überhaupt vorkommen,) verschiedenen Verhältnissen bestimmt, und die jeweiligen Differenzen der Schwingungszeiten ergeben die betreffenden Einflüsse auf die letzteren.

Obwohl auf diese Art die Ermittelung der Constanten sehr vereinfacht ist, so würde dennoch eine derartige Untersuchung ungemein langwierig sein, wenn sie allgemein durchgeführt werden sollte, denn es scheint, dass die verschiedenen Einflüsse auf die Schwingungszeiten nicht von einander unabhängig sind, sondern wesentlich von der Grösse der Amplitude, beziehungsweise von der Geschwindigkeit, mit der sich das Pendel während seiner Schwingung bewegt, sowie auch von der Form des Pendels beeinflusst werden. Da jedoch die Construction dieses Pendelapparates nicht nur gestattet, dem Pendel stets gleiche Amplituden zu ertheilen, sondern, was in unserem Falle von Wichtigkeit ist, mit Hilfe des Coïncidenzapparates die Schwingungszeiten der Pendel bei sehr kleinen Amplituden zu beobachten, so erscheint diese bedeutende Schwierigkeit gehoben; einestheils bleiben bei stets gleich grossen Amplituden diese Einflüsse gleich und eliminiren sich in den Resultaten, andererseits vereinfachen sie sich bei sehr kleinen Amplituden derart, dass wir factisch dieselben gesondert bestimmen und aus relativ kleinen Beobachtungsreihen schon sehr verlässliche Resultate erzielen können.

Die Untersuchungen wurden ausgeführt über den Einfluss der Luftdichte, über denjenigen der Amplitude und über den der Temperatur; ausserdem wurde eine Untersuchung über den etwaigen Einfluss einer Axenneigung auf die Schwingungszeit unternommen. Die Resultate der Untersuchungen, welche ich nebst dem Beobachtungsmateriale in den *Mittheilungen des k. k. militairgeographischen Institutes Band VII* eingehend wiedergegeben und behandelt habe, sollen hier nur kurz erwähnt werden.

Ueber den Einfluss der Luftdichte erstreckten sich die Untersuchungen von der normalen Luftdichte (dieselbe = 1 gesetzt) bis zu derjenigen von 0,684 (Barometerstand 527 *mm*), also so ziemlich innerhalb der in der Praxis vorkommenden Fälle. Es ergaben sich folgende Resultate. (S. a. f. S.)

Wenn wir jenen Resultaten, die aus grösseren Dichteunterschieden resultiren, ein grösseres Gewicht geben, so erhalten wir als Ergebniss der Untersuchungen, dass eine Verminderung der relativen Dichte um ein Zehntel ihres Betrages bei

Unterschied der relativen Dichte.	Differenzen der Schwingungszeiten in Einheiten der 7. Decimale.	Differenzen der Schwingungszeiten für eine relative Dichte von 0,1.
0,184	106	57.61 Gewicht 1
0,315	185	58.73 „ 2
0,467	287	61.46 „ 3
0,528	319	60.41 „ 4

einer Amplitude von etwa 10 Minuten eine Aenderung der Schwingungszeiten von — 60,11 Einheiten der 7. Decimale hervorbringt, nämlich so, dass die Pendel bei geringerer Dichte der Luft schneller schwingen. — Mit dieser Correction wurden die aus den Beobachtungen folgenden Schwingungszeiten beider Pendel verbessert und es ergab sich eine fast vollständige Uebereinstimmung der reducirten und direct beobachteten Werthe. Die Richtigkeit der angewendeten Reduction ist zwar nur bis zu einer Verdünnung der Luft um etwa 25% durch die Beobachtungsresultate verbürgt, wir können dieselben jedoch auch zu Reductionen auf den luftleeren Raum um so eher verwenden, als, im Falle wir durch diese Erweiterung einen Fehler begehen sollten, derselbe zweifellos constanter Natur und bei relativen Schwerebestimmungen irrelevant ist.

Für kleine Amplituden von etwa 10 Minuten können wir demnach die Reduction auf den luftleeren Raum berechnen nach dem Ausdrucke:

$$Red. = -601 \cdot 1\ D,$$

wo D die relative Dichtigkeit der Luft bezeichnet, diejenige bei 760 *mm* Barometerstand und 0° Temperatur gleich der Einheit angenommen.

Die Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur wurden bis zu etwa 35° C. ausgedehnt. Hierbei wurde bei der gleichen Beschaffenheit des Materiales, aus welchem die Pendel und vornehmlich die Pendelstangen verfertigt sind, die Einwirkung der Wärme auf beide Pendel gleich angenommen. Dieselben ergaben:

Temperatur-änderung.	Aenderung der Schwingungszeit in Einheiten der 7. Decimale.	Aenderung der Schwingungszeit pro 1° C.
47°,67	2226	46,70
47,67	2204	46,23
39,17	1815	46,34
39,35	1804	45,85
50,88	2353	46,25

Im Mittel ergab sich hieraus für eine Temperaturdifferenz von 1° C eine Aenderung der Schwingungszeit von 46,47 Einheiten der 7. Decimale. Die mit dieser Correction reducirten Schwingungszeiten der Beobachtungsreihen ergeben vollständige Uebereinstimmung.

Die Untersuchungen über den Einfluss der Amplitude waren streng genommen überflüssig, da bei den Schwerebestimmungen den Pendeln stets nur sehr kleine und gleiche Schwingungsamplituden ertheilt werden. Um jedoch einestheils für Ausnahmefälle gerüstet zu sein, andererseits um einen kleinen Beitrag zur Lösung dieser vom theoretischen Standpunkt schon so viel, vom empirischen jedoch noch fast gar nicht behandelten höchst interessanten Frage zu liefern, unternahm ich auch diese

... dieselben vorläufig von den normalen Amplituden
...end bis zu 45 Minuten. Die Reduction dieser Beobach-
... Uebereinstimmung mit den theoretisch abgeleiteten Wer-
...ssen Amplituden zeigten sich im Allgemeinen grösser, als
... Da nun, wie schon erwähnt, diese Untersuchung für die
...estimmungen nicht nothwendig ist, so sollen die erhaltenen
... weiter erörtert werden; es dürfte sich möglicherweise die Ge-
... dieselben noch fortzusetzen; sie erfordern eine grosse Zahl exacter
...da es sich im Allgemeinen um sehr kleine Werthe handelt.
... Untersuchung über den Einfluss der Axenneigung des Pendels bedarf
...einer besonderen Behandlung, indem die Beobachtungen die bisher
...Annahmen bestätigen, dass kleine Neigungen der Axe auf die Schwingungs-
...verschwindend kleinem Einflusse sind. Es wurde abwechselnd den beiden
...tiven, beziehungsweise den Achatplatten derselben die grösste Neigung von
... noch mit der Wasserwaage bestimmt werden konnte, gegeben, doch zeigten
... Resultate davon ganz unberührt.

Mit diesem Apparate habe ich im vergangenen Sommer 1887 relative Schwere-...ssungen auf 26 Stationen in Bosnien, Dalmatien und Tyrol, im letzteren Lande ...sstentheils behufs Untersuchung des Einflusses der Schwerestörungen im Gebirge ...uf die Ergebnisse des Präcisions-Nivellements der Gradmessung ausgeführt.

Die erhaltenen Resultate sind durchgehends befriedigend, und es erscheint die bei der Construction des Apparates beabsichtigte Stabilität, leichte Transportfähigkeit, sowie die einfache und dabei doch vollkommene Ausführung dieser subtilen Beobachtungen auf Feldstationen, vollkommen erreicht.

Theodolit mit neuer mikrometrischer Kreisablesung.

Von
G. Heyde in Dresden.

Wenn auch das zusammengesetzte Schraubenmikroskop unstreitig das vorzüglichste Hilfsmittel zur genauen Ablesung von Kreistheilungen ist, so bleibt seine Anwendung doch immer auf Winkelmessinstrumente von gewisser Grösse beschränkt. Kleine Theodolite mit Kreisen von weniger als 15 *cm* Durchmesser können mit solchen Mikroskopen nicht mehr gut eingerichtet werden, sie würden die Instrumente unbequem, unhandlich und für den Transport unpraktisch machen; man hat sich daher bisher begnügen müssen, bei kleineren Theodoliten Nonienablesung anzuwenden. Die ausserordentliche Genauigkeit der heutigen Kreistheilungen würde aber auch bei ganz kleinen Instrumenten eine bei Weitem grössere Ausnutzung, als es mit Nonienablesung möglich ist, zulassen, wenn man die Schraubenmikroskope in bequemer Weise ersetzen könnte.

Die Einführung der Hensold'schen Skalenmikroskope zu diesem Zwecke würde ohne Zweifel gegenüber den Nonien ein Fortschritt sein. Bei allen Vorzügen dieser Ablesemikroskope haften denselben jedoch noch unverkennbare Mängel an und ihre Anwendung ist auch nur auf Instrumente mit mittelgrossen Kreisen beschränkt. Prof. Dr. M. Schmidt in Freiberg betont[1]) den grossen Nachtheil, den

[1]) Zeitschr. f. Vermessungswesen 1879, S. 505.

Glasskalen in der Anwendung bei Fernrohren oder bei Mikroskopen haben. Die Glasplättchen laufen sehr bald an und werden trübe, wodurch die Kreisablesung erschwert und bald unmöglich gemacht wird. Die Reinigung derselben ferner im Felde ist immer eine missliche Sache, und der Beobachter muss dies dem Mechaniker überlassen. Ein grosser Nachtheil ist ferner noch der, dass die Kreistheilstriche ausserordentlich fein gezogen sein müssen, da dieselben bedeutend stärker vergrössert werden als die Skalentheilstriche auf dem Glasplättchen. Die Verletzlichkeit der Limbustheilstriche ist daher eine sehr grosse, da die Striche nicht tief geschnitten werden können.

Diese Erwägungen veranlassten mich, eine Einrichtung zur Ablesung von Kreistheilungen zu treffen, welche die Vorzüge der Schraubenmikroskope mit der Bequemlichkeit der kleinen Hensold'schen Mikroskope in sich vereinigt und die sich an jedem älteren, mit guten Theilungen versehenen Instrumente leicht anbringen lässt. Die Stampfer'sche Messschraube, besonders, worauf mich Herr Prof. Kunze in Tharandt aufmerksam zu machen die Güte hatte, ihre Verwendung zur Messung von Verticalwinkeln[1]), diente mir hierbei als Vorbild. Ich erkannte jedoch, dass die Mikrometerschraube nur dann von praktischem Werth sein würde, wenn sie unabhängig von den Feineinstellungs-Schrauben des Instrumentes verwendet werden könnte. Dies führte mich zur Construction eines Theodoliten, der in Fig. 1 in perspectivischer Ansicht dargestellt ist.



Fig. 1.

Der Theodolit selbst weicht in seinen Haupttheilen von den gebräuchlichen Instrumenten nicht ab, er unterscheidet sich von denselben nur durch die eigenthümliche Art und Weise der Ablesung der Kreistheilungen. Bei dem dargestellten Instrument dienen die mit Parallelfäden versehenen einfachen Ablesemikroskope M, M_1 zur Einstellung auf den Horizontalkreis H. Dieselben sind mit den die Lager für die Fernrohraxe tragenden Alhidaden *A*, fest verbunden. Unter *A*, liegt eine zweite Alhidade *A*,,, welche mit zwei Feineinstellvorrichtungen ausgerüstet ist. Die eine derselben *F*, mit der Gegenfeder *f*,

[1]) Prof. K. Koristka, Studien über die Methoden und die Benutzung hypsometrischer Arbeiten. Prag.

wirkt gegen eine in gewöhnlicher Weise mittels der Klemmschraube K_1 mit dem Horizontalkreise zu verbindenden Arm *a* und dient zur azimuthalen Einstellung des Fernrohres *R* auf das Object. Die zweite Feineinstellung S_1 ist zur Drehung von $A_,$ gegen $A_{,,}$ um Bruchtheile eines Theilungsintervalles und zur Messung dieser Drehung in weiter unten zu erläuternder Weise bestimmt und vertritt hier die Stelle der Mikrometerschrauben an Schraubenmikroskopen.

Das Mikroskop M_2 zur Pointirung auf den Verticalkreis ist am Lager für die Fernrohraxe befestigt. Ein mittels K_2 an die Axe zu klemmender Arm a_2 wird durch das Mikrometerwerk S_2 bewegt, welches am horizontalen Arm eines auf der Fernrohraxe drehbaren Winkelhebels *h* angeordnet ist, dessen vertical herabgehender Arm mittels der Feineinstellschraube F_2 bewegt wird. Hierdurch wird das Fernrohr *R* auf das Object der Höhe nach eingestellt, während die Mikrometerschraube S_2 wieder zur Auswerthung des zwischen Fadenmitte im Mikroskop M_2 und dem Bilde des nächsten Theilstriches liegenden Winkels dient.



Fig. 2.

Die vorstehenden Anordnungen zeigte der Theodolit in seiner ursprünglichen Construction; sie haben den Nachtheil, dass vor der Feineinstellung des Objectes die Mikrometertrommel jedesmal auf Null eingestellt werden muss und zwar muss dies zum Zweck der genauen Winkelablesung und zur Eliminirung der Excentricitätsfehler vor jeder Mikroskopablesung, also bei jeder Visur zweimal geschehen. Dieser Unbequemlichkeit habe ich neuerdings durch eine etwas veränderte Anordnung abgeholfen, bei welcher die Mikroskope mit der durch das Mikrometerwerk bewegten Alhidade $A_{,,}$, die Fernrohrlager aber mit der durch die Feinbewegung einzustellenden Alhidade $A_,$ verbunden sind, so dass nun bei Benutzung der Mikrometerschraube nur der Mikroskopträger um den zu messenden kleinen Winkel gedreht wird, während das Fernrohr *R* unverändert auf das Object gerichtet bleibt, somit jederzeit controlirt werden kann. Die Figuren 2 und 3 geben eine schematische Darstellung der constructiven Anordnung dieser Ablesungsvorrichtung, wie sie für die Ablesung am Horizontalkreise getroffen wurde. In die centrische Durchbohrung der Hauptaxe $a_,$ eines Theodoliten (Fig. 2), welche in der Büchse *B* ihre Führung hat, ist eine zweite Axe $a_{,,}$ eingepasst, welche eine zweite Alhidade $A_{,,}$ trägt. Auf dieser sind die beiden Mikroskope M_1 und M_1' festgeschraubt. Die mit der Hauptaxe $a_,$ verbundene Hauptalhidade $A_,$, welche das Fernrohrobertheil trägt, — dasselbe ist in den Figuren 2 und 3 weggelassen — hat zwei Verlängerungen, welche über den Theil-

kreis hinausragen. Die erstere, β, ist mit der an der Klemme *k* befindlichen Feineinstellungsschraube in Verbindung. Auf der Verlängerung α ist das Mikrometerwerk *S* festgeschraubt. Durch die Mikrometerschraube *S* mit gegenwirkender Spiralfeder zur Aufhebung des todten Ganges der Schraube, wird die Mikroskopalhidade $A_{,,}$ allein entsprechend bewegt, während, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, durch die entgegengesetzt stehende Feineinstellungsschraube *F* nach Klemmung durch die Klemme *k*, die Hauptalhidade mit dem Instrumentenobertheil und der Mikroskopalhidade gleichzeitig gedreht wird. Am Höhenkreise ist eine zweite Alhidade nicht nöthig; dort vertritt die Stelle derselben der Fernrohrträger. Hier ist die Mikrometereinrichtung direct mit der Höhenkreisalhidade in Verbindung, in ähnlicher Weise wie am Horizontalkreis. Richtet man das Instrument so ein, dass durch Umlegen des Fernrohres die Höhenklemme an Stelle der Höhenkreisalhidade gebracht werden kann, so lässt sich die Mikrometerschraube wie bei dem Instrumente von Stampfer und Starke als Distanzmesser verwenden, da man den Winkelwerth der Trommeltheilung genau kennt.

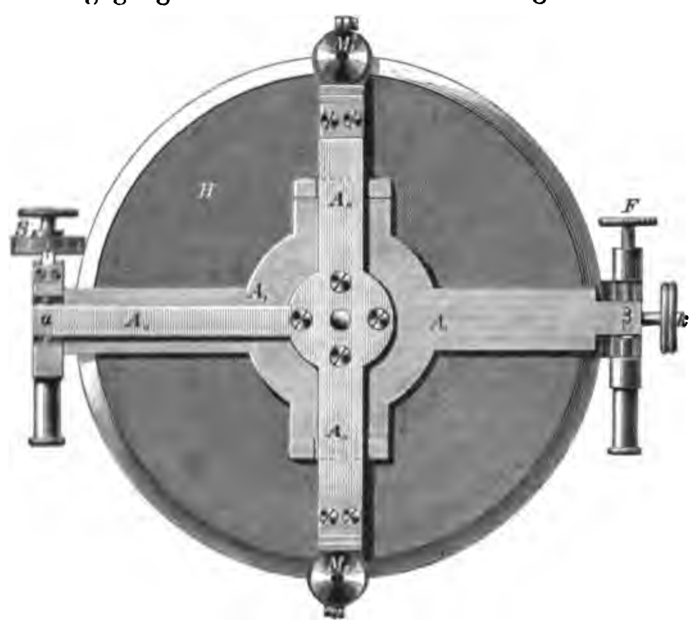


Fig. 3.

Die Ganghöhen der Mikrometerschrauben sind so gewählt, dass eine Umdrehung derselben eine Winkelbewegung von genau einem kleinsten Kreistheilungsintervall bewirkt. Sind z. B. die Kreise in Drittelgrade getheilt, so bewirkt ein Schraubenumgang eine Drehung von genau 20 Minuten; die Trommel an der Mikrometerschraube ist dann in 200 Theile getheilt, die 200 Zehntel-Minuten entsprechen; die Bezifferung geht von Minute zu Minute; die Hundertel-Minuten lassen sich noch bequem schätzen. Sind die Kreise in Sechstel-Grade getheilt, so ist ein Schraubenumgang gleich 10 Minuten, die Trommel ist dann in 100 Zehntel-Minuten getheilt und die Hundertel-Minuten können leicht geschätzt werden. (In dem Berichte über die wissenschaftliche Ausstellung während der deutschen Naturforscher-Versammlung in Berlin (diese Zeitschr. 1886, S. 350) war irrthümlich angegeben, dass nur ganze Minuten direct abgelesen würden, was hier berichtigt sein möge. D. Red.)

Die Anwendung meines Theodoliten in der jetzigen Anordnung ist ausserordentlich einfach und genau wie die der Schraubenmikroskop-Theodolite. Ist das Instrument genau horizontirt und das Object mittels der Feineinstellungsschraube *F* scharf eingestellt, so pointirt man mittels der Mikrometerschraube *S* zunächst den im Mikroskop M_1 sichtbaren Doppelfaden auf den Kreistheilstrich ein; man liest dann im Mikroskop die ganzen, und je nach der Theilung die Drittel- oder Sechstel-Grade ab, und darauf an der Trommel der Mikrometerschraube die Einer, Zehntel

und Hundertel der Minuten. Ohne die Mikrometertrommel auf Null einzustellen, wiederholt man darauf dasselbe bei Mikroskop M_1'.

Bei der Fortsetzung der Richtungsbeobachtungen hat man nur darauf zu achten, dass man stets einen und denselben Schraubengang benutzt; zur Controle hierfür dient ein am Mikrometer befindlicher Index. Die Võrtheile meiner neuen durch deutsches Reichspatent No. 39128 geschützten Kreisablesung sind nicht zu unterschätzen. Die Einrichtung gestattet, Instrumente kleinster Dimension, bis zu Kreisen von 6 *cm*, damit zu versehen und doch die Genauigkeit der Kreistheilung vollkommen auszunutzen. Es ist daher möglich, für Reisezwecke Theodolite kleinster Dimension anzufertigen, die den gewöhnlichen Instrumenten mittlerer Grösse mit Nonienablesung an Leistungsfähigkeit und Genauigkeit nicht nachstehen. Ein wesentlicher Vortheil ist es, dass für ein Mikroskopenpaar nur eine Mikrometerschraube gebraucht wird; man hat also für zwei zusammengehörige Mikroskope gleiche Schraubenwerthe.

Auf Schutz der Mikrometerschrauben ist möglichst Rücksicht genommen; die Berührungsflächen der Schraube und der betreffenden Stelle der Alhidade sind aus gehärtetem Stahl. Der Abnutzung der Schraubengänge und dadurch bedingten Aenderung der Schraubenwerthe ist durch möglichst lange Führung der Schraube entgegengewirkt. Entsprechend angeordnete Hülsen schützen die Schrauben vor der directen Einwirkung des Staubes.

Zur Beurtheilung der Leistungsfähigkeit meiner Construction theile ich in Tab. I eine Beobachtungsreihe mit, die mit einem kleinen Theodoliten der älteren Form, wo also Obertheil des Instrumentes und Mikroskope sich auf einer Alhidade befanden und das Mikrometer vor jeder Einstellung auf Null gebracht werden musste, auf der Plattform des Kgl. Polytechnikums zu Dresden, vom Westpfeiler aus angestellt worden sind. Die beiden Kreise hatten 6,5 *cm* Durchmesser und waren in Drittelgrade getheilt; das Objectiv des Fernrohrs hatte 10 *cm* Brennweite und das Ocular 15 malige Vergrösserung; die Höhe des Instrumentes war 15,5 *cm* und sein Gewicht betrug 1 *kg*.

Tabelle I:

Reihe	Object. *L*	*R*	*A*	*Sch*	*E*
1	0° 0',00	60° 1',33	207° 10',93	231° 39',84	277° 10',08
2	0,00	1,08	10,83	39,63	10,05
3	0,00	1,30	11,05	39,80	10,24
4	0,00	1,27	10,95	39,66	10,16
Mittel:	0 0,00	60 1,25	207 10,94	231 39,73	277 10,13

Mit einem grösseren Instrumente der neueren Construction sind ferner im Auftrage des Herrn Geheimrath Prof. Nagel von Herrn Assistenten Uhlich Richtungsbeobachtungen angestellt, die in nachstehender Tabelle II zusammengestellt sind. Der Horizontalkreis hatte 14 *cm* Durchmesser und war in Sechstel-Grade getheilt; das Fernrohr hatte 28 *cm* Brennweite und 28 fache Vergrösserung.

Tabelle II:

Reihe	Object. *Kr*	*J*	*L*	*A*	*S*
1	0° 0',00	31° 49',24	121° 43',15	185° 34',57	351° 50',15
2	0,00	49,38	43,19	34,62	50,22
3	0,00	49,33	43,26	34,65	50,13
4	0,00	49,42	43,30	34,76	50,09
5	0,00	49,38	43,15	34,73	50,15
Mittel:	0 0,00	31 49,35	121 43,21	185 34,67	351 50,15

Aus der ersten Reihe ergiebt sich ein mittlerer Fehler einer Winkelmessung von ± 0',087, aus der zweiten von ± 0',049. Dies günstige Resultat veranlasste Herrn Geheimrath Nagel, ein grösseres Instrument mit Kreisen von 18 *cm* Durchmesser für das Königl. Polytechnikum zu bestellen, das gegenwärtig nahezu vollendet ist.

Dresden, im Februar 1888.

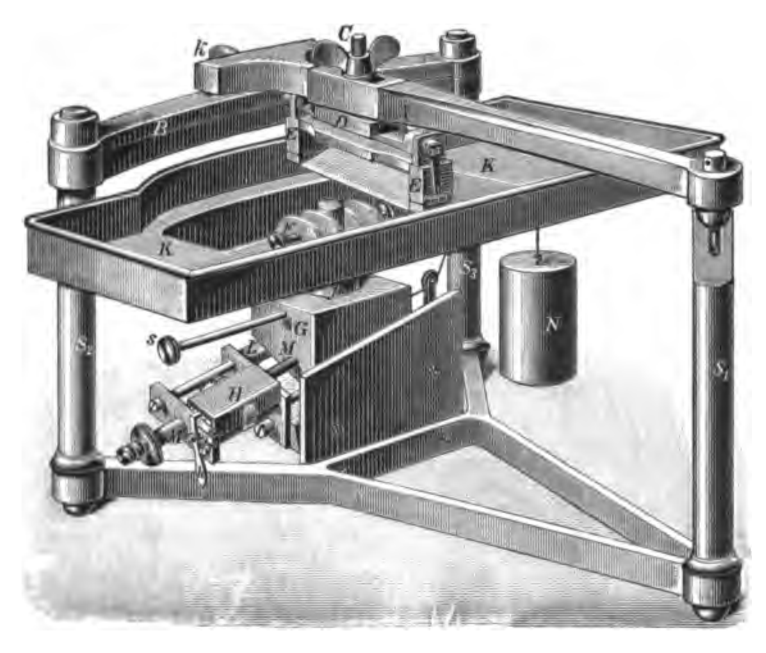
Kleinere (Original-) Mittheilungen.

P. Thate's neues Mikrotom.

Von **S. Pensky** in Berlin.

Die bisher am Meisten gebräuchlichen Mikrotome lassen sich in zwei Gruppen eintheilen, in solche, bei denen das Messer freihändig auf einer ebenen Fläche hingeführt wird und solche, bei denen dasselbe an einem in Führung gehenden Schlitten festgeklemmt ist, so dass dem Messer mit der Hand nur eine bestimmte von der Gestalt der Führung vorgeschriebene Bewegung ertheilt werden kann. Die Mikrotome der ersten Gruppe finden ihrer Natur nach vorzugsweise für Objecte von geringem Querschnitt, deren festeres Gefüge eine besondere vorgängige Behandlung behufs Erzielung feiner Schnitte entbehrlich macht, Anwendung. Für Objecte mit grösseren Querschnitten und solche, denen erst durch ein Härteverfahren, sei es durch Gefriereinrichtungen oder Behandlung mit Flüssigkeiten, der zum Abtrennen feiner Schnitte erforderliche Zusammenhang gegeben werden muss, werden meist Instrumente der zweiten Gruppe angewendet, bei welchen fast ausnahmslos eine geradlinige Führung des das Messer tragenden Schlittens stattfindet. Auf die Schwierigkeit, diese Messerführung genügend sicher und hinreichend dauerhaft zu gestalten, ist bereits in dieser Zeitschrift 1884, S. 247 hingewiesen worden.

Neuerdings hat Mechaniker P. Thate in Berlin ein Mikrotom construirt und ausgeführt, welches, zur Herstellung von Schnitten unter Flüssigkeiten eingerichtet, die a. a. O. angedeuteten Schwierigkeiten der Herstellung einer guten Schlittenführung, durch Anwendung einer eigenartigen Messerführung umgeht und bezüglich der Einrichtung des Messerträgers verschiedene Vortheile aufweist. Das ganze Instrument ist in der nebenstehenden Figur dargestellt.



Durch einen gusseisernen Rahmen von dreieckiger Grundform, welcher in den drei Ecken unterstützt ist, sind die Säulen S_1 S_2 S_3 miteinander verbunden. Die eine dieser Säulen, S_1 ist am oberen Ende mit einer Ausbohrung versehen, in deren entsprechend geformter Senkung eine Kugel ruht, welche in dem einen Ende des etwa 50 *cm* langen Fahrarmes *A* befestigt ist. Die beiden Säulen S_2 S_3 sind am oberen Ende durch ein kräftiges gusseisernes Bogen-

stück *B* verbunden, auf dessen oberer ebener Fläche das andere verbreiterte Ende des Fahrarmes *A* Stütze und Führung findet. Zwei von unten nahe den Enden der Verbreiterung in den Fahrarm eingeschraubte, flach gewölbte gehärtete Stahlknöpfchen vermitteln ein sicheres Aufruhen und leichte Beweglichkeit. Dem so in drei Punkten sicher unterstützten Fahrarme kann demnach mittels einer im freien Ende befestigten Handhabe *k* um die Kugel als Drehungsmittelpunkt eine bogenförmige Bewegung ertheilt werden. Etwa 20 *cm* vom freien Ende ist der Fahrarm von einem Schlitze durchbrochen, durch welchen der Gewindezapfen *C* ragt. Mittels der zugehörigen Flügelmutter wird der Messerhalter an dem Fahrarm festgeklemmt. Der Schraubenzapfen *C* trägt zu diesem Behufe an seinem unteren Ende einen schwalbenschwanzförmigen Kopf, welcher in einem entsprechend geformten Schlitze im mittleren verstärkten Theil des Doppelarmes *D* verschiebbar ist und beim Anziehen der Flügelmutter diesen Theil mit dem Fahrarm verbindet. Ueber die gleichfalls verstärkten Enden von *D* greifen zwei durch eine horizontale flache Platte verbundene Kloben *EE*, an deren unteren Flächen die beiden Enden des Messers durch Schrauben befestigt werden, während die oberen Enden durchbohrt sind und zwei in die Stirnflächen von *D* geschraubte Zapfen umschliessen. Löst man den einen dieser Zapfen (in der Figur den hinteren) so lässt sich der eigentliche Messerträger *EE* gegen *D* um eine zur Messerschneide parallele Axe drehen und so eine gute Schnittwirkung lange erhalten, wenn auch durch wiederholtes Abziehen das Messer an der Schneide eine ganz geringe Abrundung erleiden sollte, welche bei unveränderlicher Messerstellung ein Zerquetschen des Präparates verursachen würde. Die Grösse der Drehung des Messers kann an einer auf dem vorderen Kloben *E* angebrachten Theilung mittels Index abgelesen werden. Durch Festziehen des hinteren Zapfens wird eine weitere Drehung verhindert. Die Einrichtung des oberen Theiles des Messerhalters gestattet eine Verschiebung des Messers parallel seiner Schneide, um stets neue Stellen der Schneide benutzen zu können, sowie beliebige Neigung der Schneide gegen die Richtung des Fahrarmes, wodurch zusammen mit der Bogenbewegung ein sehr sanfter Zugschnitt erzielt wird. Dies dürfte darauf beruhen, dass bei dieser Art der Messerführung die einzelnen Punkte der Messerschneide mit verschiedener Geschwindigkeit bewegt werden.

Unterhalb der Ebene, welche das Messer bei der Bogenbewegung des Fahrarmes *A* beschreibt, und etwa symmetrisch zur Mittelstellung des letzteren befindet sich die Klemme *F* zum Festhalten der Präparate, welche behufs Orientirung der letzteren in zwei Richtungen drehbar ist und von dem zur Aufnahme der Flüssigkeiten (Wasser, Alkohol u. s. w.) dienenden Kasten *K* umschlossen wird. Beide ruhen auf dem oberen Ende eines in den massiven Metallklotz *G* eingepassten Cylinders *J*, welcher nach Einsetzen des Präparates in passender Höhe mittels der Schraube *s* festgeklemmt wird.[1])

Die feine der Schnittdicke entsprechende Hebung des Präparates sammt dem Kasten *K* wird durch Feinverschiebung des Klotzes *G* auf einer gegen die Bewegungsebene des Fahrarmes *A* geneigten Bahn *L* mittels der Mikrometerschraube *M* bewirkt, auf deren cylindrischem Hals eine mit Einkerbungen versehene Scheibe sitzt. Jede einer Höhenänderung um 0,005 *mm* entsprechende Verschiebung des Klotzes *G* wird durch hörbares Einschnappen einer federnden Platte *H* in eine der Einkerbungen markirt. Mittels des Ausrückhebels *h* kann diese Platte *H* ausser Thätigkeit gesetzt werden, wenn zur Einstellung des Präparates grössere Bewegungen des Klotzes erforderlich sind. Der Druck des Klotzes *G* auf die Mikrometerschraube *M* wird durch ein Gegengewicht *N*, das an einer über Rollen geführten Schnur hängt, theilweise aufgehoben.

Das Mikrotom, welches die Ausführung von Schnitten bis zu 55 *mm* Durchmesser ermöglicht, wird vom Mechaniker P. Thate, Berlin NW., Louisenstr. 58 zum Preise von 150 M. hergestellt.

---

[1]) Betreffs der Ausführung dieser Klemme siehe dieses Heft, S. 188.

Referate.

Aequatoreal ohne Klemmen und Sternfinder für nicht parallaktisch aufgestellte Fernrohre.

Von Sir Howard Grubb in Dublin. *Engineering. 44. S. 667.*

In der vorjährigen Ausstellung zu Manchester hatte Grubb ein Aequatoreal vorgeführt, dessen Construction besonders dadurch merkwürdig ist, dass die zur Arretirung der Stunden- und Declinationsaxe in der Regel vorhandenen Klemmen hier in Wegfall gekommen sind. Als Träger des Fernrohrs von 5 *Zoll* Oeffnung dient eine hohle gusseiserne Säule. In ihrem Kopfende ist das Uhrwerk untergebracht, welches dem Rohr die der Drehung des Himmelsgewölbes entsprechende Bewegung ertheilt, so dass es immer nach demselben Punkte gerichtet bleibt; die Gewichte hängen im Innern der Säule herab. Die Polaraxe steckt in einem Messingcylinder und lässt sich darin bei der von Hand erfolgenden groben Einstellung des Rohres in Rectascension durch Ueberwindung der Reibung drehen. Dem oberen Ende des Messingcylinders sitzt der Stundenkreis fest auf, in den eine zur Feinbewegung des Rohres in Rectascension dienende Schraube ohne Ende eingreift. Bei dieser Drehung des Stundenkreises und somit des Messingcylinders selbst wird die Polaraxe durch Reibung mitgenommen. Durch aufgeschraubte Ringe kann die zwischen Polaraxe und Messingcylinder stattfindende Reibung regulirt werden. Die Polaraxe ist oben mit einem Flantsch versehen, welcher über dem Stundenkreis liegt und den Einstellungsstrich oder auch den Nonius trägt.

Astronomisch-photographische Versuche über die Veränderung der Sternbilder mit der Expositionsdauer.

Von W. H. M. Christie. *The Observatory. 1888. S. 62.*

Wie Christie der *Royal Astronomical Society* mittheilt, sind in Greenwich Versuche zur Beantwortung der Frage angestellt worden, welche Verzerrungen das photographische Bild nach dem Rande der Platte zu erleidet und ob der Ort der intensivsten Lichtwirkung im Bild eines Sternes von der Expositionsdauer unabhängig ist. Zu den Versuchen wurde ein vierzölliges (engl.) photographisches Objectiv von 60 *Zoll* Focallänge benutzt; die Platten besassen eine kugelförmige Krümmung, deren Radius $^3/_8$ der Focallänge betrug, entsprechend der Krümmung des Feldes am Ort des kleinsten Zerstreuungskreises; sie maassen 6 *Zoll* an jeder Seite und umfassten je 5,75 Quadratgrad. Die aufgenommenen Photographien konnten leider in Ermangelung eines zur Ausmessung der gekrümmten Platten geeigneten Instruments noch nicht gehörig verwerthet werden, jedoch zeigte sich, dass bis zu einem Abstand von 3° vom Mittelpunkt die Bilder, wenn auch nicht mehr kreisförmig, doch gut ausmessbar sind. In einiger Entfernung vom Mittelpunkt der Platte sind nämlich die Bilder nicht mehr kreis-, sondern kreuzförmig und geschwänzt. Bei längerer Expositionsdauer füllt sich der Raum zwischen den beiden Axen des Kreuzes aus, so dass ein Oval zu Stande kommt. Für den Kreis von geringster Zerstreuung würde sich die Bedingung ergeben, dass die beiden Axen einander gleich sind, während ein Kreis von vorn herein überhaupt nicht vorhanden ist. Als Grund für die Verzerrung der Bilder führt Christie die vielleicht nicht genügende Homogenität des Objectivs, den optischen Astigmatismus, an. Capitain Abney sieht die Hauptsache dieser Erscheinung in der Reflexion, die der Strahl von den unteren der auf einander gelegten Gelatineschichten oder von der Platte selbst erleide und führt zum Beweise die aus seinen Versuchen sich ergebende Thatsache an, dass nicht nur Punkte und Kreise, sondern auch leuchtende dreieckige Flächen auf der Photographie als Ovale erscheinen und dass, je länger die Exposition dauert, um so mehr der Mittelpunkt des Ovales nach dem Rande rückt. Bei den alten Collodiumplatten sei diese Erscheinung nicht vorgekommen, weil da die Schicht nur Zehntausendtel eines Zolles betragen habe und nicht Hundertel wie heute bei den Gelatineplatten. Es sei sehr zu empfehlen, über diese wichtige Frage erst nähere Aufschlüsse zu erzielen, bevor man

an die projectirte photographische Aufnahme des Himmels gehe. Christie neigt der Ansicht zu, dass, wenn auch die Mittelpunkte der Bildovale sich während der Expositionszeit verschöben, doch die Punkte der intensivsten photographischen Wirkung, zwischen denen man messen müsse, ihre Lage nicht änderten. *Kn.*

Ueber den Einfluss des Druckes auf Thermometergefässe und über einige Fehlerquellen bei Thermometern.

Von Prof. Sp. U. Pickering. *Phil. Mag. V.* ***23.*** *S. 406.*

Zuerst untersuchte der Verfasser den Einfluss des äusseren Druckes auf calorimetrische Thermometer mit sehr feinen Capillaren. Bei einem Thermometer, dessen Angaben stark vom Drucke beeinflusst wurden, traten einige Unregelmässigkeiten auf, während bei andern Thermometern, in Uebereinstimmung mit den allgemein bekannten Erfahrungen die Standänderungen den Druckänderungen vollkommen proportional und von der Temperatur unabhängig waren. Dass doppelwandige Gefässe am Wenigsten durch den äusseren Druck beeinflusst werden und angeschmolzene cylindrische Gefässe geringere Druckcoefficienten aufweisen als angeblasene, dürfte ebenfalls allgemein bekannt sein. Das Stehenbleiben sowie das ruckweise Fortschreiten der Quecksilberfäden an einzelnen Stellen der Thermometerröhren schreibt der Verfasser nicht Unregelmässigkeiten in den Querschnitten, sondern Aenderungen der Natur der Oberfläche des Glases zu, wie solche z. B. durch das Loslösen der condensirten Gase bei Erhitzung mit einer Spitzflamme erzeugt würden, und warnt davor, derartige Stellen bei Messungen zu benutzen. Früher pflegte der Verfasser durch Anwendung einer Spitzflamme die in das obere Reservoir zu werfenden Quecksilberfäden dicht unterhalb desselben abzutrennen, zieht jedoch jetzt vor, daselbst eine Verengung anbringen zu lassen, und durch einen leichten Schwung das Abreissen der Fäden an dieser Stelle zu bewirken. *Pt.*

Modification der Quecksilberluftpumpe.

Von M. A. Joannis. *Ann. de Chim. et Phys. VI.* ***11.*** *S. 285.*

Um bei den Quecksilberluftpumpen behufs vollkommener Dichtung den Kautschukschlauch und zur Verringerung des schädlichen Raumes den Dreiweghahn zu beseitigen und das Gas vor Verunreinigung zu schützen, schlägt Verf. folgende Modification vor.

Die beiden eiförmigen Reservoire A und B sind durch ein unten U-förmig gebogenes Glasrohr von 15 *mm* Durchmesser und 60 *cm* Länge mit einander verbunden. Das obere Reservoir A, welches die barometrische Kammer bildet, ist oben mit einem Hahn versehen, dessen Bohrung nicht durch die Axe des Hahnes geht, sondern eine Seite eines gleichseitigen Dreiecks bildet. Drei Röhren, welche Winkel von $120°$ einschliessen, und von denen die eine die Verlängerung der barometrischen Kammer bildet, die zweite zur Aspiration der Gase und die dritte zum Evacuiren dient, können durch diesen Hahn wechselweise zu zweien verbunden werden.

Das untere Reservoir B kann mittels eines Dreiweghahns einerseits mit der Wasserleitung, andrerseits mit einer Wasserluftpumpe in Verbindung gesetzt werden. — Diese Quecksilberluftpumpe arbeitet nahezu ebenso rasch wie eine gewöhnliche Quecksilberluftpumpe und giebt bessere Resultate. *Pt.*

Apparat zur Fettextraction.

Von O. Foerster. *Zeitschr. f. analyt. Chemie.* ***27.*** *S. 30.*

Verfasser hat den Tollens'schen Extractionsapparat in der Weise abgeändert, dass er die beiden Korkverbindungen durch Glasschliffe ersetzt und dem zur Aufnahme der Substanz bestimmten Gefässe die Form eines im unteren Theile verengten und schräg abgeschnittenen Rohres giebt. Letzteres weist an einigen Stellen an der Aussenseite durch Verdickung der Wände hervorgebrachte Erhöhungen auf, welche ihre Lage in dem umhüllenden Rohre feststellen und die Berührung beider Wände verhindern. Das untere engere

Stück des Rohres reicht bis in den Aetherkolben hinein. Die Substanz liegt zwischen Baumwollpfropfen; das Zubinden mit Fliesspapier fällt weg. *Wgsch.*

Ueber eine neue Form von transportablen Federwaagen für die Messungen der Erdschwere.

Von Sir W. Thomson. *Beibl. zu Wied. Ann.* ***11.*** *S. 807* aus *Proc. of the Edinb. Roy. Soc.* ***13.*** *S. 683.*

Wir entnehmen der obigen Quelle das nachstehende Referat:

„Ein 2 *cm* breiter, 75 *cm* langer elastischer Streifen aus dünnem Silberblech von etwa 200 *g* Gewicht ist so gebogen, dass seine schmalen Kanten, wenn er mit einem gewissen Gewichte an einem Ende belastet und am anderen Ende eingeklemmt wird, gerade Linien werden, wenn die Neigung der Feder gegen die Horizontale etwa 12 bis 15° beträgt; dazu muss das Gewicht etwa 2% schwerer als jenes sein, wenn sie horizontal liegt. Das untere Ende der Feder ist in dem Inneren einer Messinghülse befestigt, welche die ganze Feder umhüllt; oben ist das Messingrohr mit einer Glasskale geschlossen, durch welche man die vordere Kante der Feder mit dem Gewicht sieht; eine auf das Fenster gezogene Theilung mit horizontalen Strichen gestattet, die Lage derselben genau zu bestimmen. Das Rohr ist auf die Kante eines vertical stehenden Messingdreieckes derart aufgelöthet, dass seine Neigung 12 bis 15° beträgt (wahrscheinlich um die Differenz der Hebelarme zu vergrössern). Dieses Dreieck kann um einen auf ihm senkrecht stehenden Arm, der in V-förmigen Trägern ruht, durch eine verticale Mikrometerschraube in der Verticalebene etwas gesenkt oder gehoben werden. Unten ist an dem Gestell eine Wasserwaage befestigt. — Gemessen wird, und zwar in Umdrehungen der Mikrometerschraube, die Ganghöhe, welche man einschalten muss, wenn erst die Libelle und dann die Feder an einem bestimmten Striche des Glasfensters einspielen soll. Diese Grösse ist verschieden, je nach der verschiedenen Schwere des Gewichtes, welches die Feder spannt. Der Einfluss der Temperatur, welcher das Instrument sehr stark afficirt, wird entweder empirisch bestimmt, oder dadurch eliminirt, dass man das Instrument immer bei derselben Temperatur benutzt. (?) Gelingt dies vollständig, etwa durch Anwendung eines doppelwandigen Kupfercylinders mit zwischenliegender Wasserschicht an Stelle des einfachen Messingrohrs, so wird man mit diesem Instrumente Aenderungen der Erdanziehung von $^1/_{100\,000}$ ihres eigenen Betrages noch messen können. *Eb.*“

Reflexionsphotometer.

Von S. Pagliani. *Beibl. zu Wied. Ann.* ***11.*** *S. 820* aus *Ingegneria Civile. 1887.* ***13.***

Verf. ist zur Construction seines Photometers durch das Wheatstone'sche Photometer geführt worden. Er verwendet eine von concentrischen Ringen bedeckte glänzende Metallscheibe. Wird dieselbe durch eine Lichtquelle beleuchtet, so sieht man helle Sectoren. Hat man zwei Lichtquellen, so erhält man zwei Sectorensysteme; man verändert nun die Lage der Scheibe, bis diese gleich hell erscheinen. Das Gesetz des umgekehrten Quadrates der Entfernungen gestattet dann die relative Helligkeit zu berechnen. *W.*

Ein selbstregistrirender Regenmesser.

Von C. F. Marvin. *Science.* ***11.*** *S. 97.*

Die Regenmesser der Stationen des nordamerikanischen *Signal Service Department* sollen in Zukunft mit der nachfolgend beschriebenen Registrirvorrichtung versehen werden. Der Regen fällt von dem Empfangsgefäss in ein engeres, im Inneren des eigentlichen Messcylinders befindliches Messinggefäss, dessen Querdurchschnitt gleich dem zehnten Theile des Querdurchschnittes des Empfängers ist und im Ganzen 2 *Zoll* Regen fasst; die über dies Maass hinausgehende Quantität fliesst in den Messcylinder über. In dem inneren Messinggefäss ist nun ein Schwimmer, der in Verbindung mit einer über ein Kettenrad geführten leichten Kette durch ein im Inneren des Messcylinders befindliches Gegengewicht im Gleichgewicht erhalten wird. Bei eintretendem Regenfall wird der Schwimmer durch das sich ansammelnde Regenwasser in die Höhe geführt und dreht durch diese Bewegung

das Kettenrad von links nach rechts. Mit dem Rade ist ein Theilkreis verbunden, der eine empirische, von 0,01 zu 0,01 *Zoll* Regenmenge angebende Theilung trägt; bei dieser Theilung ist sowohl der Einfluss des Gewichtes der Kette berücksichtigt, als auch der Umstand, dass der Schwimmer vor dem Regen auf dem Boden des Gefässes ruhte und erst einer gewissen Wassermenge bedurfte, um zu schwimmen. Jeder Fünfer-Strich der Theilung ist mit einem Stift versehen, der bei Drehung des Rades einen elektrischen Strom schliesst. Der Stromschluss bewirkt, dass ein am Anker des Elektromagneten angebrachter Schreibstift auf der in üblicher Weise durch ein Uhrwerk getriebenen Registrirtrommel ein Zeichen markirt; die Intervalle der Zeichen entsprechen also jedesmal Regenhöhen von 0,05 *Zoll*. Die Einrichtung hat demnach den Vortheil, die Geschwindigkeit des Regenfalls und diesen selbst von 0,05 zu 0,05 *Zoll* zeitlich genau verfolgen zu können. *W.*

Fallapparat.

Von J. Puluj. *Wied. Ann.* **33.** *S. 575.*

Zur Demonstration des Gesetzes, dass im luftleeren Raum alle Körper gleich schnell fallen, bedient sich Verf. des folgenden Apparates. Derselbe besteht aus einem 40 *mm* weiten, 1,5 *m* langen, gut evacuirten und an beiden Enden zugeschmolzenen Glasrohr, welches eine (Metall-) Kugel von 15 *mm* Durchmesser und eine leichte Feder enthält. In dem nach unten hängenden Ende des Glasrohrs steckt ein Kautschukstopfen zum Schutz des Glasrohrs gegen die Stösse der herabfallenden Kugel; auf das obere Ende des Rohrs ist mittels Siegellack eine mit einem Flantsch versehene Messinghülse aufgekittet, an welche ein mit Eisenkern versehener Elektromagnet angeschraubt werden kann. Das Fallrohr ist in der Gabel eines hölzernen Gestelles mittels zweier Zapfen, mit denen der Elektromagnet versehen ist, aufgehängt.

Bei dem Versuche wird das Fallrohr vom Gestell herabgenommen und langsam geneigt, bis Kugel und Feder in das Feld des Elektromagneten gelangen; man schliesst dann den elektrischen Strom und hängt das Fallrohr am Gestelle auf. Sowohl die Kugel als die Feder, — letztere durch Vermittlung einer kleinen eisernen Nadelspitze, welche in das dickere Federkielende gesteckt und mit einer einseitig zugeschmolzenen Glashülle bedeckt ist, damit die Nadelspitze nicht durch den Elektromagneten herausgezogen wird, — werden nun am oberen Ende des Glasrohrs vom Elektromagneten festgehalten, und sofort fallen gelassen, sobald der Strom unterbrochen wird. *W.*

Das Radio-Mikrometer.

Von C. V. Boys. *Proceedings of the Royal Soc. vom 24. März 1887.*

Die Empfindlichkeit der zur Messung strahlender Wärme gebräuchlichen Combinationen einer Thermosäule und eines Galvanometers wurde bisher nur durch das Langley'sche Bolometer übertroffen, in dem die Widerstandszunahme metallener Drähte oder die Widerstandsabnahme eines Kohlenfadens bei Temperatursteigerung zur Verwendung gelangt. Auch die Bolometermethode scheint einer nicht unerheblichen Verbesserung fähig, wenn man die ausserordentlich geringe Widerstandsänderung erwägt, die selbst Eisen bei Temperatursteigerung erfährt; das Bolometer hat thatsächlich nur den einen grossen Vortheil, dass die zu erhitzende Masse ausserordentlich gering ist, während eine Thermosäule eine verhältnissmässig so grosse Masse besitzt, dass die Erwärmung im Vergleich damit offenbar nur sehr klein sein kann. Mit dem Radio-Mikrometer kehrt Boys zu dem Princip der Thermosäule zurück, beseitigt aber, um den ohnehin schwachen Thermostrom nicht noch weiter zu schwächen, das Galvanometer, da in den Zuleitungen zu letzterem und den Galvanometerspulen naturgemäss ein Stromverlust stattfinden muss. Das Radio-Mikrometer ist zu diesem Zwecke aus einem quadratischen Rahmen von möglichst dünnen Drähten von 1 *cm* Seite gebildet. Die eine Seite besteht aus zwei aneinander gelötheten Antimon- und Wismuth-Drähten, während die drei anderen Seiten von einem ebenso dünnen Kupferdraht gebildet werden. Der Rahmen hängt an einem Torsionsfaden in dem möglichst starken Felde eines Elektromagneten und ist

mit einem leichten Spiegel zur Ablesung armirt. Wenn die Wärmestrahlung die Löthstelle erwärmt, so treten der in dem Rahmen erzeugte Thermostrom und das magnetische Feld in Wechselwirkung und drehen den Rahmen dem tordirenden Faden entgegen. Die durch den Spiegel gemessene Drehung giebt ein Maass für die Wärmemenge. Das Instrument besitzt den Vortheil ungewöhnlicher Empfindlichkeit (nach den Angaben Boys' beträgt die Empfindlichkeit $^{1}/_{100.000.000}$ eines Wärmegrades) und vollkommener Aperiodicität; die Ablenkungen sind proportional der Strahlung. Der Rahmen wird durch äusseren Magnetismus nicht beeinflusst, und da derselbe innerhalb einer Metallmasse mit einem schmalen Spalt aufgehängt werden kann, so ist das Instrument auch gegen Temperaturänderungen ausserhalb unempfindlich und besitzt ferner den Vortheil, da die Strahlung durch einen engen Spalt begrenzt werden kann, für spektroskopische Arbeiten verwendbar zu sein.

Boys hat ausserdem ein rotirendes Instrument construirt ähnlich dem Crookes'schen Radiometer. Es besteht aus einem Kreuz mit Wismuth-Armen und Antimon-Mittelstück. An die Enden jedes Arms ist ein Stück Kupferdraht gelöthet; die vier Drähte stehen parallel zu einander und senkrecht zur Ebene des Kreuzes; ihre freien Enden sind an einem Kupferdrahtring parallel zu dem Kreuze gelöthet. Wird diese Anordnung in einem Punkt zwischen den Polen eines permanenten Magnets ausbalancirt und fällt strahlende Wärme auf die rechte Seite des Kreuzes (vom Nordpol nach dem Südpol gesehen) so beginnt das Kreuz zu oscilliren, macht grössere und grössere Oscillationen, bis es zu rotiren beginnt. Fällt die Wärme auf die linke Seite des Kreuzes, so wird jede Bewegung sofort gehemmt und es folgt daraus, dass, wenn die Wärmequelle entfernt und das Kreuz auf mechanischem Wege bewegt wird, die rechte Seite sich abkühlen und die linke sich erwärmen wird. Besteht das Kreuz aus Antimon-Armen und einem Wismuth-Mittelstück, so gilt das von der rechten Seite bisher Gesagte nunmehr von der linken und umgekehrt. Das beschriebene Kreuz rotirt mit grosser Geschwindigkeit, wenn das glimmende Ende eines erloschenen Streichholzes ihm genähert wird. Wir haben in dieser rotirenden Säule, die man elektrisches Radiometer nennen könnte, einen elektromagnetischen Motor, der die in der Praxis völlig richtige Ansicht, dass eine derartige Maschine ohne Gleitcontacte oder flüssige Contacte nicht construirbar ist, principiell widerlegt. *B.*

Waagegalvanometer nach Fr. C. G. Müller.

Von G. Wanke. *Zeitschr. f. d. physik. und chem. Unterricht.* ***1.*** *S. 182.*

Das in erster Linie für Unterrichtszwecke bestimmte Waagegalvanometer gestattet das von dem galvanischen Strom auf eine Magnetnadel ausgeübte Drehungsmoment in fester Nulllage durch einfache Längenmessung nach dem Principe der Schnellwaage zu bestimmen. Der Magnet ruht, dicht umschlossen von einem Multiplicatorrahmen, in horizontaler Stellung auf einer Messerschneide, und ist aus zwei Magnetstäben von je 90 *mm* Länge, 20 *mm* Breite und 8 *mm* Dicke zusammengesetzt, welche durch ein Mittelstück aus weichem Eisen verbunden sind; durch letzteres geht die Messerschneide, welche auf ebenen Karneolplättchen spielt, die ihrerseits in die Backen eines festen Lagers eingesetzt sind. An die äusseren Enden der Magnetstäbe sind Messingstäbe eingesetzt, welche in mehrfach rechtwinklig gebogene Träger auslaufen; dieselben halten ein leichtes Lineal (Aluminium) von 600 *mm* Länge, dessen Oberkante genau in der Höhe der Drehungsaxe liegt und welches an den Enden in geschwärzte Spitzen ausläuft, die je vor einer Skale spielen. Der innerhalb des Multiplicators liegende starke Magnet bildet sonach mit dem frei vor dem Zuschauer liegenden Lineal ein festes Ganze, den magnetischen Waagebalken; derselbe ist wie jeder feine Waagebalken mit Schrauben zur Regulirung des Gleichgewichts und der Empfindlichkeit versehen; beim Nichtgebrauche ruht er auf einer genau justirbaren Arretirvorrichtung.

Die Vorderfläche des Lineals hat für Demonstrationszwecke eine grobe, mit schwarzer Oelfarbe aufgetragene Theilung von 20 zu 20 *mm*; daneben besteht eine feinere mit der Theilmaschine hergestellte Theilung. Auf dem Lineal können Reitergewichte verschoben werden, deren geschwärzte Schenkel vor dem weissen Lineal noch auf 8 *m* sichtbar sind.

Um die ganze Länge des Lineals auszunutzen, wird die Wägung nicht von der Mitte, sondern von den Enden aus vorgenommen. Die Empfindlichkeit des magnetischen Waagebalkens lässt sich eventuell bis zur Astasie steigern; für den praktischen Gebrauch wird sie nur soweit gebracht, dass ein Reiter von 1 Centigramm Gewicht bei 30 *mm* Verschiebung etwa 2 *mm* Ausschlag an den Skalen giebt.

Der Multiplicator hat folgende Einrichtung. Der innere Theil des Rahmens besteht aus einem den Magneten eng umschliessenden Rechteck, welches aus einem 30 *mm* breiten und 2 *mm* dicken Kupferstreifen gebogen ist; die Enden des letzteren sind durch eine schmale Lücke getrennt und mit den Zuleitungsdrähten verbunden; dieser einfache Leiter wird benutzt, wenn es sich um starke Ströme handelt. Um diesen Rahmen liegen zwischen zwei Flantschen aus Buchsbaumholz 200 Windungen eines 2 *mm* starken übersponnenen Kupferdrahtes, zu welchem zwei besondere Klemmen führen; das Drehungsmoment, welches dieser Multiplicator auf den Magneten ausübt, ist etwa 100 mal grösser als dasjenige des einfachen Rahmens.

Das ganze Instrument befindet sich in leicht zugänglicher Form in einem auf Stellschrauben ruhenden Glasgehäuse. Der Apparat wird in verschiedenen Ausführungen hergestellt; der Preis verringert sich, wenn statt des Aluminiumlineals ein solches aus Messing gewählt und die Schneide auf einer Stahlfläche oder in keilförmiger Pfanne mit Gegengewicht spielend angebracht wird. *W.*

Durchgangs-Instrument mit Uhrbewegung.

Von J. Repsold. *Astron. Nachr. No. 2828.*

Durch das von Dr. C. Braun zur Vermeidung der persönlichen Gleichung bei Durchgangsbeobachtungen im Jahre 1864 in Vorschlag gebrachte und neuerdings modificirte Passagen-Mikrometer (vgl. *diese Zeitschr. 1887 S. 249*), kam Repsold auf den bisher allerdings noch nicht zur Ausführung gelangten Gedanken, nicht wie Braun den Mikrometerfaden im Gesichtsfeld des Fernrohrs, sondern das ganze Instrument ähnlich einem Aequatoreal der Bewegung der Sterne folgen zu lassen. Des Näheren ist die Idee Repsold's folgende:

Ein mit Ocularmikrometer versehenes Durchgangsinstrument von der üblichen Construction hat als Träger der Fernrohraxe zwei gusseiserne Pfeiler, die jedoch nicht unmittelbar auf dem gemauerten Fundament, sondern auf einem unter dem Fussboden befindlichen starken Querstück stehen, welcher in seiner Mitte mit einer ebenfalls unter dem Fussboden liegenden, nach dem Pol gerichteten Axe fest verbunden ist. Auf diese Axe wirkt wie auf die Polaraxe eines Aequatoreals ein Uhrwerk, welches das Instrument innerhalb der wenigen Minuten, die ihm als Spielraum für seine Bewegung nach Ost und West vom Meridian gelassen sind, der Drehung des Himmelsgewölbes entsprechend bewegt. Während dieser Bewegung des Instruments wird aber bei einer gewissen Stellung desselben, am besten möglichst nahe dem Meridian, automatisch ein Contact geschlossen und dadurch auf dem Chronographenstreifen ein Zeichen abgegeben. Stellt man nun, etwa von zwei Minuten vor bis zwei Minuten nach dem Contact, den Mikrometerfaden mehrmals auf den im Gesichtsfeld scheinbar ruhenden Stern ein, so gilt das Mittel aus diesen Einstellungen, die nur wegen des etwa nicht genügend regulirten Ganges des Uhrwerks oder wegen der Ungenauigkeit der Einstellungen selbst ein wenig von einander differiren werden, für den vom Chronographen markirten Moment. Den Werth einer Revolution der Mikrometerschraube muss man in Zeitsecunden kennen. Die persönliche Gleichung wird so in der That aus den Durchgangsbeobachtungen beseitigt, allerdings auf Kosten der Stabilität des Instruments. Nicht zweckmässig würde es jedenfalls sein, das Instrument auch als Meridiankreis zu benutzen. *Kn.*

Neu erschienene Bücher.

Die Mikrophotographie auf Bromsilbergelatine bei natürlichem und künstlichem Lichte, unter ganz besonderer Berücksichtigung des Kalklichts. Von Dr. P. Jeserich. Berlin 1888. Julius Springer. Mit 60 Holzschnitten und 4 Tafeln in Lichtdruck. M. 7,00.

Der Verfasser ist bestrebt, bei den ihm in seiner Stellung als gerichtlichem Chemiker zufallenden photographischen Untersuchungen die subjective, individuelle Beobachtung durch eine beweiskräftige objective Darstellung zu ersetzen, und eröffnet dadurch der Photographie ein neues Wirkungsfeld, auf dem sie die grösste Wichtigkeit und Nützlichkeit erlangen kann. Sein Buch ist darauf eingerichtet, als Anleitung in dieser Richtung zu dienen.

Nach einer kurzen historischen Einleitung und einer Besprechung des Werthes und Wesens der Mikrophotographie geht er zunächst auf die in ihr angewendeten Lichtarten ein. Er bevorzugt durchaus das künstliche Licht, vergleicht specieller das elektrische, das Magnesiumlicht und das Kalklicht, welches letztere er allen übrigen vorzieht und zu dessen Herstellung und Behandlung er eine in allen Theilen sehr sorgfältige Anweisung giebt.

Zu dem mikroskopischen Theil übergehend behandelt er zunächst die Beleuchtungsapparate: Spiegel, Linsen, Condensatoren, Polarisationsapparate u. s. w., welche in neuerer Zeit erhöhte Wichtigkeit erlangt haben, alsdann die Mikroskope selbst mit allen neueren Einrichtungen in kurzer instructiver Darstellung.

Umfänglicher beschreibt Verf. alsdann die mikrophotographischen Apparate und die allgemeine Behandlung derselben, die Momentverschlüsse, Einstellungen und Vergrösserungen, darauf die Herstellung der Präparate.

Der letzte Abschnitt endlich ist dem photographischen Verfahren gewidmet. Die Platten (Trockenplatten) und die Dunkelkammer werden besprochen, der Negativprocess genau beschrieben und alsdann ebenso der Positivprocess für verschiedene Arten photographischer Papiere, sowie die Anfertigung von Diapositiven zur Anwendung in Projectionsapparaten erläutert.

Eine sehr ausführliche und nützliche Aufzählung und Erläuterung der häufiger vorkommenden Fehler bei den Operationen bildet den Schluss des Buches, welchem noch 4 Tafeln mit Mikrophotographien in 50 bis 1200 facher Vergrösserung angefügt sind.

Dem Buche ist nicht nur Nachfrage, sondern Nacharbeit von Seiten der wissenschaftlichen und besonders der amtlichen Beobachter zu wünschen, und bei den zahlreichen Fortschritten, welche die Photographie alljährlich macht, ist es zu wünschen, dass spätere Auflagen in nicht zu grossen Zeitintervallen der jetzigen folgen und dass in diesen die ferneren Fortschritte der Photographie Berücksichtigung finden mögen. *Z.*

J. A. Ortolan, Guide de l'ouvrier mecanicien. Paris. 3 Bd. à M. 3,50.

H. Wild, Polarisations-Photometer für technische Zwecke und Untersuchung von Wenham Gaslampen mit demselben. St. Petersburg. Mel. Phys. M. 1,50.

K. Schering. Neuer Correctionsapparat für das Bifilarmagnetometer. Göttingen. Nachr. Gesellsch. Wiss. M. 1,20.

S. R. Bottone. Electrical Instrument Making for Amateurs. London. M. 3,20.

F. Buka, Projectivische Maassstäbe. Ein Hilfsmittel zum Studium der synthetischen Geometrie. Berlin. M. 2,00.

O. Baumann, Berechnungen über das Gewindeschneiden nach allen vorkommenden Maassen und Drehbankconstructionen. Aarau. M. 1,80.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 20. März 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr B. Pensky sprach über die Veränderungen, welche gehärteter Stahl erleidet. Die eigentliche Ursache der auffallenden Erscheinung, dass Stahl im glühenden Zustande in Wasser abgeschreckt, seine Eigenschaften völlig verändert, sind bisher durch die Theorie nicht genügend erklärt. Im Wesentlichen stehen sich zwei Ansichten gegenüber. Die eine führt das Wesen der Härtung auf eine Aenderung des Verhältnisses des chemisch gebundenen zum freien, graphitartigen Kohlenstoff in Folge des Abschreckens zurück, die andere hält den Vorgang für einen mechanischen und nimmt die Entstehung eines Zustandes grosser Spannung zwischen den Theilchen an. Es scheint aber, dass beide Ursachen bei der Härtung zusammenwirken. Dass aber der inneren Spannung ein ganz wesentlicher Antheil dabei zukommt, ergiebt sich aus den Veränderungen, welche gehärteter Stahl beim Anlassen zeigt. Das Verhalten des Stahls bei der Härtung und beim Anlassen ist Gegenstand von zum Theil sehr umfangreichen Untersuchungen verschiedener Physiker gewesen. Eine besonders eingehende Untersuchung dieser Art ist von Strouhal und Barus *(Wied. Ann. 1880)* ausgeführt worden, und hatte zum Zweck, den Einfluss des Anlassens gehärteter Stahldrähte auf das thermoelektrische Verhalten und das elektrische Leitungsvermögen derselben kennen zu lernen.

Eine äussere Veranlassung gab dem Vortragenden Gelegenheit, den im Laufe der Zeit allmälig, sowie durch Erwärmung schnell auftretenden Dimensionsänderungen von gehärtetem Stahl seine besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Derselbe hatte eine Anzahl glasharter cylindrischer Stahlscheiben von bezw. 22,5 und 19,5 *mm* Durchmesser genau gemessen und die gefundenen Werthe waren aufgeätzt worden. Eine spätere Controlmessung der Scheiben ergab durchgehends eine Verkleinerung der Scheiben um 5 bis 30 μ (Mikron, Tausendtelmillimeter). Die Scheiben waren über freier Flamme erwärmt worden, bis Wachs, das den Aetzgrund bilden sollte, darauf schmolz. Nun wurde der Versuch mit einer ganz unveränderten Scheibe systematisch ausgeführt und ergab bei Erwärmungen bis auf etwa 120° eine Verkleinerung um 2 μ, beim Anlassen bis zum leichtesten Hellgelb verkleinerte sie sich um weitere 19 μ, durch weiteres Anlassen bis zur dunkelstrohgelben Farbe verringerte sich der Durchmesser noch um 17 μ, so dass die totale Verkleinerung 38 μ betrug, eine Grösse die für die Präcisionsmechanik schon in Betracht kommt. — Bald darauf wurden ähnliche Erscheinungen an gehärteten Stahlstäben von 25 bis 100 *mm* Länge bemerkt, welche ohne stattgehabte Erwärmung dauernd sich verkleinerten. Herr J. E. Reinecker in Chemnitz, von dem diese Stäbe herrührten, stellte, auf die in Betracht kommenden Punkte aufmerksam gemacht, mit besonders dazu angefertigten Stäben Betrachtungen an und bemerkte sowohl eine allmälige Verkleinerung bei gewöhnlicher Temperatur als auch den Einfluss einer höheren Erwärmung in dem oben erwähnten Sinne.

An der Hand dieser Erfahrungen erklärt der Vortragende die Vorgänge beim Härten in folgender Weise: Beim Ablöschen eines Stahlstückes behufs Härtung werden zuerst die äussersten Schichten von der Abkühlung betroffen; indem sie beim Sinken der Temperatur erstarren, bilden sie die Hülle des noch weichen Kernes, welcher wesentlich höhere Temperatur und dementsprechend vergrössertes Volumen hat. In dem Maasse als die Abkühlung von Schicht zu Schicht nach innen fortschreitet, erfolgt auch deren Erstarrung. Die inneren Schichten können sich aber nun nicht mehr frei zusammenziehen, wie sie es unter dem alleinigen Einfluss der Temperaturabnahme thun würden, da sie unter dem Zwange der starren und vergrösserten Aussenhülle stehen. Hieraus resultirt ein Zustand hoher innerer Spannung, indem jede innere Schicht die nächst gelegene äussere zu verkleinern strebt, während das starre Gefüge der Aussenschicht bedeutenden Widerstand leistet. Das Volumen gehärteter Körper ist in den bisher beobachteten Fällen grösser, als es im ungehärteten Zustande der Fall war und zwar zeigte es bei zwei daraufhin untersuchten Körpern eine Zunahme von 0,2 beziehungsweise 0,37 Procent. Dadurch ist allerdings eine allseitige

Zunahme der Dimensionen nicht bedingt; diese ist vielmehr wesentlich von der Gestalt des Körpers und von dem Verhältniss der Grösse und Lage der Oberfläche zum zugehörigen Querschnitte bestimmt. Wird das Verhältniss der zuerst erstarrenden Umfangsschicht zu dem Querschnitt grösser, so tritt in der zur letzteren senkrechten Richtung unter Umständen eine Verkürzung ein. Dies ist z. B. bei starken Gewindebohrern der Fall, bei denen die Gangflächen eine bedeutende Verstärkung der sofort erstarrenden Schicht durch Vergrösserung der Oberfläche bewirken. Solche Gewindebohrer werden erheblich stärker, während die Axe sich verkürzt; die Ganghöhe wird geringer. Directe Versuche mit zwei cylindrischen Stäben von 100 *mm* Länge, von denen der eine den doppelten Durchmesser des andern hatte, bestätigten die Richtigkeit der obigen Ansicht, indem der stärkere Stab von 27 *mm* Durchmesser sich beim Härten um 83 μ verlängert hatte, während der dünnere von 13,5 *mm* Durchmesser, bei welchem das Verhältniss der Oberfläche zum Querschnitt ein nahezu doppelt so grosses als bei ersterem war, beim Härten eine Verkürzung um 30 μ erlitt; dabei zeigten beide die oben angegebene Volumenzunahme.

Natürlich treten beim Härten unregelmässig geformter und hohler Körper je nach Umständen wesentlich andere Verhältnisse auf, da hier die Art der Abkühlung von vielen Zufälligkeiten abhängig ist. Desgleichen entziehen sich die analogen Vorgänge beim Härten dünner Körper aus naheliegenden Gründen der directen Beobachtung.

Eine weitere Versuchsreihe mit den beiden zuletzt erwähnten Stücken bezog sich auf die freiwillige Verkürzung bei gewöhnlicher Temperatur. Dieselbe betrug in den ersten elf Monaten 22 bezw. 13 μ in den darauf folgenden neun Monaten 10 bezw. 8 μ. In Folge von Erwärmung beider Stäbe auf etwa 120° trat eine weitere Verkürzung von 15 bezw. 21 μ ein. Analog den Ergebnissen der oben erwähnten Untersuchungen von Strouhal und Barus sowie in Uebereinstimmung mit directen Messungen darf angenommen werden, dass eine weitere wesentliche Dimensionsänderung durch eine zweite Erwärmung auf dieselbe Temperatur nicht mehr bewirkt wird; dagegen bringt jede neue Erwärmung auf eine höhere Temperatur, als die vorhergehende war, eine weitere Verkürzung hervor. Der Vortragende empfahl aus diesem Grunde, alle Gegenstände aus gehärtetem Stahl, bei denen es auf unveränderte Erhaltung der Dimensionen ankommt, einige Zeit einer Temperatur auszusetzen, welche wesentlich höher liegt als die höchste Gebrauchstemperatur.

Der Vortragende schloss seine Ausführungen mit dem Hinweise darauf, dass eine erschöpfende Untersuchung der einschlägigen Verhältnisse von der physikalisch-technischen Reichsanstalt erhofft werden müsste. Der Schriftführer *Blankenburg.*

Verein Berliner Mechaniker.

Bericht über das zehnte Geschäftsjahr. Der aus Berliner Mechanikergehilfen bestehende Verein, welcher nunmehr auf eine zehnjährige Thätigkeit zurückblickt, hat sich die weitere wissenschaftliche Ausbildung seiner Mitglieder zur Aufgabe gestellt. Dem Verein kann das Zeugniss nicht versagt werden, dass er nach dieser Richtung bisher wacker und redlich gearbeitet hat. Auch im vergangenen Jahre hat der Verein durch zahlreiche Vorträge opferwilliger Gelehrten, sowie durch Mittheilungen eifriger Mitglieder und durch Besichtigungen wissenschaftlicher und technischer Institute seinen Mitgliedern mannigfache Anregungen geboten. Der Unterrichtscursus in der Mathematik wurde im Berichtsjahre von 17 Mitgliedern besucht. Die Bibliothek besteht zur Zeit aus 200 Bänden. Zur Begründung der Fraunhofer-Stiftung bewilligte der Verein einen einmaligen Beitrag, den derselbe in einen jährlichen umzuwandeln hofft; an den Berathungen der Statuten der Stiftung nahm ein Delegirter des Vereins Theil. Im Berichtsjahre fanden 29 ordentliche Sitzungen, 1 ausserordentliche und 2 ordentliche Hauptversammlungen statt. Es traten 29 neue Mitglieder dem Verein bei, während 17 hauptsächlich in Folge Verzugs ausschieden. — Wir wünschen dem strebsamen Verein für die Zukunft bestes Gedeihen.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

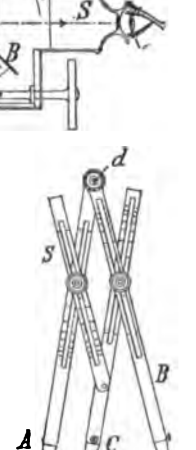
Reflexionsinstrument mit zwei beweglichen Spiegeln. Von A. Rincklake in Braunschweig. No. 41573 vom 26. Febr. 1887.

Die Spiegel *R* und *B* sind um eine und dieselbe Axe *a* beweglich und derart durch einen Bewegungsmechanismus verbunden, dass die Winkelbewegung des Reflexionsspiegels *R* die doppelte der des Beobachtungsspiegels *B* ist.

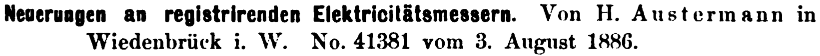
Das Instrument kann in bekannter Weise zu Entfernungsmessungen dienen, wie die Figur leicht erkennen lässt, Spiegel *B* deckt das Gesichtsfeld des Sehrohres *S* nur zur Hälfte. — Die Angaben über das Instrument sind zu lückenhaft, um ein Urtheil über dasselbe gestatten zu können.



Zirkel mit drei Armen. Von A. Dubanton in Wassy, Frankreich. No. 41284 vom 19. März 1887.

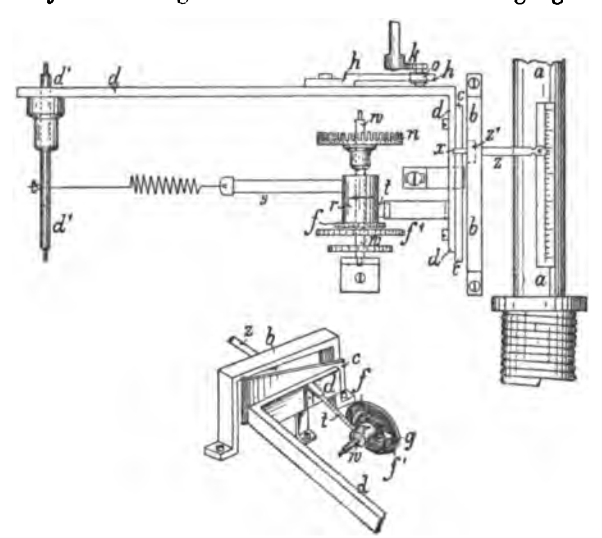


A, *B* und *C* sind die drei Arme (Schenkel) des Zirkels, die mit dem Stab *S* so verbunden sind, dass ein bewegliches Parallelogramm gebildet wird, welches die Copirung von Zeichnungen in verändertem oder gleichem Maassstabe gestattet. Nach Entfernung der Theile *S* und *C* lässt sich das Instrument wie ein gewöhnlicher Zirkel, verbunden mit rechtwinklig zur Ebene der Arme gerichteten Einsätzen an Stelle der Spitzen und am Drehpunkt *d* wie ein Storchschnabel benutzen.



Neuerungen an registrirenden Elektricitätsmessern. Von H. Austermann in Wiedenbrück i. W. No. 41381 vom 3. August 1886.

Der Krummzapfen *k* macht in einer Stunde hundert Umdrehungen und bewirkt bei jeder Umdrehung eine Drehung des Hebels *d* um dessen Axe *d'*. Dieser Winkelhebel *d* trägt eine Platte *c*, deren obere Kante eine Curve bildet. Zwischen dieser curvenförmigen Kante der Platte *c* und einer Brücke *b* bewegt sich der Zeiger *z* eines Elektricitätsmessers *a*. Die Schneide *x* dieses Zeigers ruht auf der Kante der Platte *c*, und bei jeder Hebung dieser Platte durch die Bewegung des Hebels *d* wird der Zeiger *z* mit seiner gerauhten Fläche *z'* gegen die Brücke *b* gedrückt und begrenzt somit je nach seiner Stellung den Ausschlag des Hebels *d*. Damit der Krummzapfen trotzdem seine Umdrehung vollenden kann, ist auf dem Hebel *d* ein Kloben *h* drehbar angebracht, in dessen Schlitz die Rolle *o* des Krummzapfens *k* greift. Eine Feder zieht nach jeder Umdrehung den Kloben *h* wieder in seine normale Stellung. Die Bewegungen des Hebels *d*, deren Grösse durch die der Stromstärke entsprechende Stellung des Zeigers *z* bestimmt wird, werden durch ein am Hebel *d* befestigtes Stahlband *t* auf eine Rolle *r* und mittels Schaltwerkes *f f' g* auf die Welle *w* eines Kronrades *n* und von diesem auf ein Registrirwerk übertragen. Ein Stahlband *s* mit Feder bewirkt die Rückdrehung der Rolle *r* und das Wiederaufwickeln des Stahlbandes *t* auf letztere.





Manometer. Von J. G. Jourdan in Neuilly, Frankreich. No. 42334 vom 4. August 1887.

Das Manometer besteht aus einem zum Theil mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit gefüllten Glasrohr *A* und einem hohlen, mit Luft gefüllten Schwimmer *T* von der gezeichneten Form, der an dem in die Flüssigkeit untergetauchten Theile eine kleine Oeffnung hat. Steigt der Druck in dem durch das Rohr *P* mit dem Manometer verbundenen Körper, so tritt ein Theil des Wassers durch jene Oeffnung in den Schwimmer *T*, und dieser sinkt in Folge dessen. Bei abnehmendem Drucke bewirkt die höhere Spannung der Luft im Schwimmer das Austreiben eines entsprechenden Theiles der Flüssigkeit aus demselben und der Schwimmer steigt. Durch die Bewegungen desselben wird also der Druck angezeigt. *H* ist eine am Schwimmer befestigte Scheibe, die zur Führung und als Index für die am Rohr *A* oder neben demselben angebrachte Skale dient.

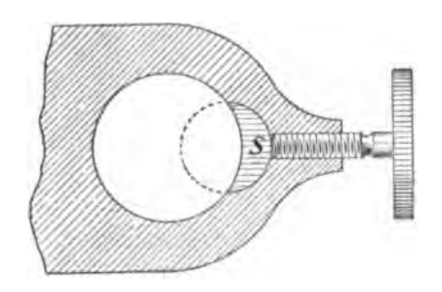
Geschwindigkeitsmesser. Von Reymann in Wittenberge. No. 42574 vom 21. Dezember 1886.

Der Geschwindigkeitsmesser ist aus einer Plattenpumpe und einem Mano- oder Barometer so zusammengesetzt, dass die Pumpe nach dem Messinstrumente eine Flüssigkeit drückt oder von dort saugt, und dass die durch die wechselnde Hubzahl der Pumpe bedingten Schwankungen in der Geschwindigkeit und in der Dichte der geförderten Flüssigkeit durch das Messinstrument zur Anzeige gelangen.

Für die Werkstatt.

Neue Cylinderklemme. Von P. Thate in Berlin.

Zur Festklemmung eines in einer Hülse sich verschiebenden Cylinders genügt meistens die Anwendung einer kleinen Druckscheibe, welche zwischen das Ende der Klemmschraube und den Cylinder eingeschaltet wird, abgesehen von den rohesten Zwecken, für welche das Ende der Klemmschraube direct drücken darf. In der Regel wird entweder ein kurzer cylindrischer Stift, der in die Gewindebohrung passt, vor das Ende der Schraube gelegt, oder, um eine grössere Druckfläche zu erzielen, mittels einer auf der Rückseite gezahnten Fraise, welche auf einen in die Gewindebohrung eingeführten Zapfen geschraubt wird, letztere an der dem Schraubenende entsprechenden Seite flach oder kugelförmig versenkt und in die dadurch entstandene Erweiterung der Gewindebohrung eine passende Scheibe eingelegt. Diese Zwischenlagen müssen auf der von der Schraube abgewendeten Seite hohl gefeilt werden, um die Druckfläche ganz auszunutzen. Handelt es sich um Festklemmung von dünnwandigen Rohren, so kann durch eine Drehung der Zwischenlage und das Hervortreten der Ecken der Zwischenlagscheibe der zu klemmende Theil Eindrücke erleiden. In solchen Fällen und überall, wo ein Cylinder von grösserem Durchmesser sehr fest geklemmt werden soll, empfiehlt sich eine Form der Einlage, welche Thate in Berlin bei seinem Mikrotom (vgl. S. 177 dieses Heftes, Klemmschraube *s*) anwendet. Dieselbe ist in nebenstehender Figur dargestellt. Eine flache Viertelmondscheibe *S*, deren Aushöhlung durch Anfraisen der Hohlcylinderwand mittels einer parallel zur Cylinderaxe eingeführten und dann radial vorwärts bewegten Cylinderfraise geschaffen wurde, dient als Druckscheibe. Die Einlage wird aus der Hälfte einer runden Scheibe von den Dimensionen der zur Schaffung der Höhlung benutzten Fraise gebildet, deren innere Seite man durch Ausdrehen der Grösse des zu klemmenden Cylinders genau und bequem anpassen kann. *P.*



Vollkommene Festklemmung der Fussschrauben von Stativen. Von E. Schneider in Währing bei Wien.

Eine einfache Methode, die vollkommene Festklemmung von Stell- oder Fussschrauben bei Stativen auf die Dauer zu ermöglichen, welche E. Schneider bei dem v. Sterneck'schen Pendelapparate zur Anwendung gebracht hat, wird in diesem Hefte S. 161 beschrieben.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Director Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **Juni 1888.** Sechstes Heft.

Basismessungen und Basisapparate.

Von

Dr. **A. Westphal** in Berlin.

II.

Länger als es meine Absicht war, habe ich es mir versagen müssen, die im Jahre 1885 begonnene Geschichte der Basismessungen und Basisapparate weiter zu führen. Einerseits hinderte mich vielfache Ueberhäufung mit Geschäften an der Fortsetzung der Arbeit, andererseits sah ich mich bei dem reichen, dieser Zeitschrift zur Veröffentlichung übersandten Material als Redacteur der Zeitschrift veranlasst, den Abhandlungen anderer Autoren den Vortritt zu überlassen; letztere Rücksicht zwingt mich auch, den im Nachstehenden beginnenden zweiten Abschnitt meiner Abhandlung, der im Laufe dieses Jahrganges erscheinen soll, wesentlich kürzer zu gestalten, als es im Interesse einer sachgemässen Gliederung des Stoffes wünschenswerth wäre.

An die im ersten Abschnitte behandelten älteren Apparate schliesst sich naturgemäss mit den mit ihm ausgeführten Basismessungen der Borda'sche Apparat an, der durch die Einführung des Princips der Metallthermometer eine neue Entwickelung der Basisapparate angebahnt hat. An diesen würde sich der österreichische Basisapparat anzureihen haben, der im Wesentlichen eine Copie des Borda'schen Apparates ist und über welchen bisher in der Literatur wenig bekannt war; die zuvorkommende Liebenswürdigkeit des Herrn Linienschiffskapitains Ritter von Kalmár hat mich zwar in den Stand gesetzt, manche Einzelheiten über diesen Apparat zu erfahren, aber ich möchte es doch vorziehen, mit Rücksicht auf die von Major H. Hartl herausgegebene, auf sorgfältigen aktengemässen Quellenstudien beruhende *Geschichte der astronomisch-trigonometrischen Vermessungen der oesterreichisch-ungarischen Monarchie*, in deren erstem Heft die Geschichte dieses Apparates begonnen ist, erst das Erscheinen des zweiten Heftes abzuwarten, um dann später in einem Nachtrage zu diesem Abschnitte den oesterreichischen Basisapparat gesondert zu behandeln. An die Schilderung der französischen Basismessungen schliessen sich die von französischen Geodäten begonnenen Basismessungen in Bayern an, die zunächst mit einem von Oberst Bonne angegebenen Apparat einfachen Charakters, später aber mit einem von Reichenbach erdachten Apparat ausgeführt sind; mit diesen Messungen wird die interessante Basismessung von Schwerd zu verbinden sein. An den Reichenbach'schen Apparat dürfte sich der von Schumacher angegebene und in seiner Construction von ersterem beeinflusste passend anreihen. Im Wesentlichen eine Copie des letzteren ist der ältere Basisapparat der Schweiz, mit dessen Besprechung ich den vorliegenden zweiten Abschnitt zu beschliessen gedenke.

Der Borda'sche Apparat und die mit ihm ausgeführten Basismessungen.

Als die französischen Geodäten zu Ende des vorigen Jahrhunderts an das grosse Kulturwerk der Festsetzung des metrischen Maasses und Gewichtes gingen, lag ihnen als geodätische Grundlage der Cassini'sche Meridian aus den vierziger Jahren desselben Jahrhunderts vor. Derselbe konnte aber zu dem vorliegenden Zwecke nicht mehr genügen, und es wurde eine Neumessung dieses grossen Bogens, die dritte im Laufe von 100 Jahren, beschlossen. Die Messung der Dimensionen des Bogens sollte auf zwei Grundlinien beruhen, von denen die eine in der Nähe von Paris, die andere im südlichsten Theile des Landes liegen sollte. Um die Basismessungen mit der grösstmöglichen Genauigkeit ausführen zu können, wurde Borda von der Gradmessungs-Commission mit der Construction eines neuen Basisapparates betraut; er entledigte sich seiner Aufgabe mit grossem Geschick. Das Resultat seiner Arbeit ist der nach ihm benannte Apparat, dessen Princip bis in die neueste Zeit hinein für Basisapparate ersten Ranges maassgebend gewesen ist. Borda hatte wohl erkannt, dass der schwächste Punkt bei allen bisherigen Basismessungen die Temperaturbestimmung gewesen war. Er hielt es nicht für möglich, die Temperatur einer Basismessstange mit den damaligen Mitteln der Thermometrie und der Technik ausreichend genau zu bestimmen und ging daher dazu über, zwei Stäbe von möglichst verschiedenen Ausdehnungscoefficienten zu benutzen und aus ihrer gegenseitigen Verschiebung die augenblickliche Länge des einen zu bestimmen. War die Einführung dieses Princips für die damalige Zeit ein grosser Fortschritt, so hat Borda aber in anderer Hinsicht die Arbeiten seiner Vorgänger sich nicht zu Nutze gemacht. Die Art der Lagerung der Stäbe und die mikrometrische Verschiebung derselben, wie sie Oriani (vergl. *diese Zeitschrift 1885 S. 336*) angewendet hat, hätte bei dem Borda'schen Apparat sich sehr leicht anbringen lassen und würde auch noch diejenigen kleinen Mängel gehoben haben, von denen er nicht ganz frei zu sprechen ist. Wenden wir uns nun, an der Hand der von Delambre gegebenen Beschreibung[1]) zu einer Schilderung des Apparates.

Die eigentlichen Messstangen des Borda'schen Apparates sind 4 Stäbe aus Platin von 2 *Toisen* Länge, 6 *Linien* (15 *mm*) Breite und 1 *Linie* (2,5 *mm*) Dicke. Auf jeder Platinstange liegt ein Kupferstab von demselben Querschnitt, jedoch um 6 *Zoll* geringerer Länge, der an dem einen Ende mittels dreier Schrauben mit dem Platinstabe fest verbunden ist, während er in seiner ganzen Länge lose auf dem Platin aufliegt, und sich daher ganz frei ausdehnen kann. Platin und Kupferstange bilden zusammen ein Metallthermometer. Aus der relativen Verschiebung beider wird die absolute Ausdehnung des Platinstabes, und hieraus seine jedesmalige Länge bestimmt. Die hierzu nöthige Messeinrichtung ist am freien Ende des Kupferstabes angebracht; hier befindet sich (Fig. 1) ein rechteckiger Ausschnitt, welcher einem kleinen Kupferstäbchen *a* zur Aufnahme dient. Dasselbe ist fest mit der unten liegenden Platinstange verbunden, und hat die Dicke des Kupferstabes, so dass die Oberflächen beider sich in einer Ebene befinden. Auf der

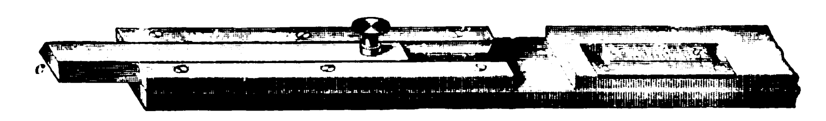


Fig. 1.

[1]) *Base du Système métrique décimal. Paris 1807. T. II. S. 2.*

Oberfläche des Stäbchens ist eine Theilung angebracht, deren Einheiten $1/_{20000}$ der Länge der Kupferstange sind; mittels eines auf letzterer angebrachten Nonius können direct $1/_{200000}$ (etwa 0,022 *mm*) abgelesen werden. Das Kupferstäbchen hat fast genau die Breite des rechteckigen Ausschnittes, aber nicht ganz seine Länge. Ein gewisser Spielraum in der Längsrichtung ist nöthig, weil das kleine Kupferstäbchen ja der Bewegung des Platinstabes folgt, und da der Ausdehnungscoefficient des Platins halb so gross ist als der des Kupfers, würde ohne diesen Spielraum bei grösseren Temperaturunterschieden der grosse Kupferstab in seiner Bewegung gehemmt werden. Das Metallthermometer giebt direct die Differenzen zwischen der Ausdehnung des Platin- und Kupferstabes. Nach Borda's Messungen entsprach ein Zehntel-Intervall der Metallthermometer-Theilung einer Ausdehnung des Platinstabes von 9,245 *Milliontel-Toisen* (welche letztere Einheit wir in der Folge nach Analogie der für das Meter üblichen Bezeichnung Toisen-Mikron (μ_T) nennen wollen. Eine zweite Messeinrichtung befand sich am Ende des Platinstabes; dort waren auf der Oberfläche des Stabes zwei Platinleisten *bb* mit abgeschrägten Kanten aufgeschraubt, zwischen denen als Coulisse, mittels eines als Handhabe dienenden Knopfes, ein getheilter Schieber *c* bewegbar war, so dass die Stange über ihr vorderes Ende hinaus um die Länge des Schiebers verlängert werden konnte. Der Schieber mit seinen Coulissen hatte dieselbe Stärke wie der Platinstab; die untere Fläche des Schiebers bildete die Verlängerung der oberen Fläche des Platinstabes. Der Schieber war direct in $1/_{10000}$ *Toisen* getheilt; mittels eines an einer der Leisten angebrachten Nonius konnten $1/_{100000}$ *Toisen* abgelesen werden.

Die so eingerichteten vier Messstangen lagen ihrer ganzen Länge nach lose auf einem starken Holzbalken *A* (Fig. 2) auf, und wurden an seitlichen Verschiebungen an vier Stellen durch je zwei einander gegenüber liegende, auf dem Holzstabe befestigte Schrauben *dd* gehindert, welche die Stäbe jedoch nicht festklemmten und die freie Ausdehnung daher nicht hinderten. Vier kleine, über die Metallstäbe greifende Bügel *e*, verhinderten ferner Aenderungen der Lage im verticalen Sinne. Gegen directe Sonnenstrahlen waren die Stäbe durch ein Dach *B* geschützt, welches in der Höhe eines Decimeters über dem Holzstabe durch Träger *f* gehalten wurde, welche an letzterem befestigt waren. Morgens und Abends, wo die Sonne trotz des Daches die Stäbe erreichte, wurde die gefährdete Seite durch eine vorgehängte Gardine geschützt. Das Dach hatte an dem einen Ende die Form einer Gabel, um Platz für zwei Mikroskope zu lassen, von denen das eine *M* am Kupferstabe befestigt, zur Ablesung des Metallthermometers diente, während das andere M_1, dessen Fuss die Form eines Rahmens hatte, mittels desselben die Platinstange umfasste und längs der letzteren, zur Ablesung der getheilten Zunge verschiebbar war.

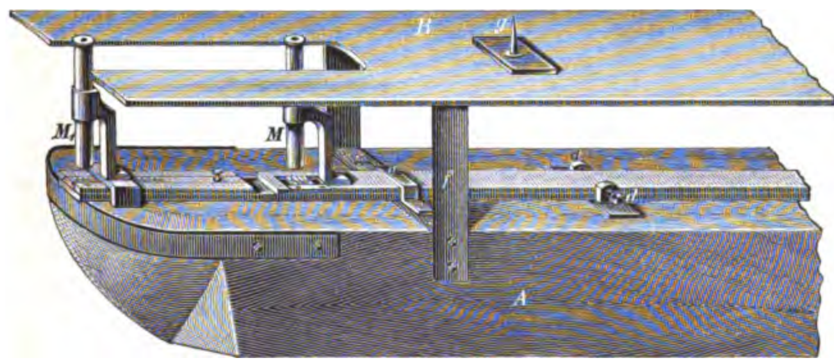


Fig. 2.

Behufs Ausführung des Alignements, das mit blossem Auge geschah, war an jedem Ende einer Stange, oben auf dem Schutzdache, eine Spitze *g* befestigt und so justirt, dass sie senkrecht über der Mittellinie der Metallstäbe stand.

Die Länge der Messstange war durch die beiden Enden der Platinstange definirt, und zwar durch die hintere feste Endfläche, (wo die Kupferstange mit dem Platin verschraubt ist) und die vordere bewegliche Endfläche bei eingeschobener Zunge, wenn Nullpunkt des Schiebers und Nullpunkt des Nonius coincidirten. Die Maassstäbe lagen bei etwa $^1/_5$ und $^4/_5$ ihrer Länge lose auf eisernen Dreifüssen *C* (Fig. 3) auf, welche je mit drei Horizontirungsschrauben versehen waren, mittels welcher die Stäbe hoch und niedrig gestellt wurden, damit das vordere Ende einer Stange, der Schieber, mit dem benachbarten festen Ende der nächstfolgenden Stange in Contact gebracht werden konnte.



Fig. 3.

Diese eisernen Dreifüsse lagen ihrerseits wieder auf starken Holzplatten, welche je mit drei eisernen Dornen versehen waren, mit denen sie in der Erde befestigt wurden.

Zur Bestimmung der Neigung der Messstangen diente ein Niveau von folgender Einrichtung: Ein dreieckiges, mit zwei Aufsatzflächen *E E* (Fig. 4) versehenes Winkelmaass trug einen fest mit ihm verschraubten Stab *F* aus Kupfer, der an seinem unteren Ende mit einem schmalen Schlitz versehen war; unterhalb dieses Schlitzes war auf *F* ein Bogen von 10° in 120 Theile (1 Theil = 5′) getheilt. Auf

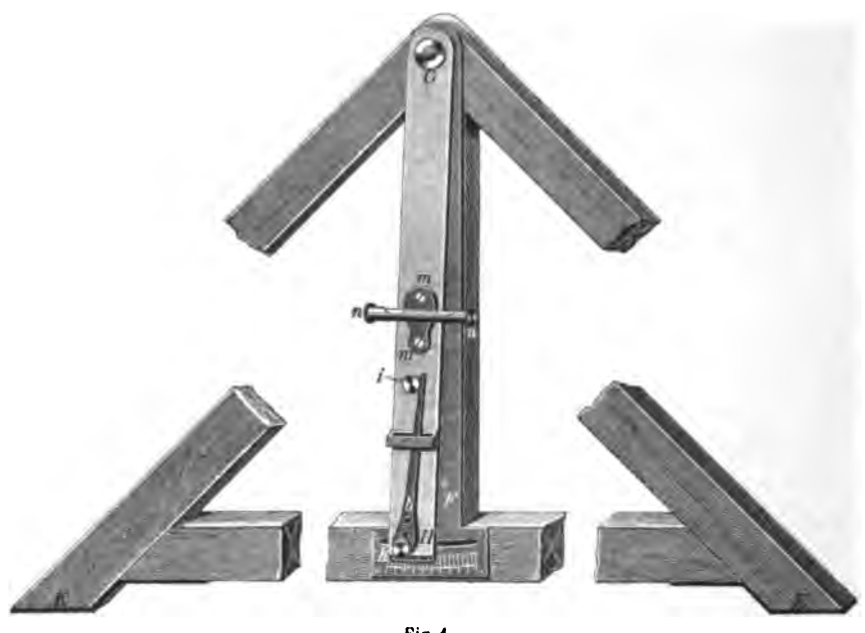


Fig. 4.

diesem festen Lineal war um einen an der Spitze des Dreieckes angebrachten Cylinder *G* ein zweiter Kupferstab *G H* als Alhidade drehbar. Die Dimensionen desselben waren so gewählt, dass sein unterer, etwas abgeschrägter Rand concentrisch über der Gradtheilung des festen Stabes spielte. Eine kleine, unten an der Alhidade

angebrachte Theilung diente als Nonius zur Ablesung der Gradtheilung. Die Alhidade konnte in beliebiger Stellung, mittels einer in den Schlitz des unteren Lineals eingreifenden Druckschraube *h*, festgeklemmt werden. War dies geschehen, so konnte eine Feinbewegung der Alhidade noch durch einen kleinen Hebel *l* mittels des Excenterknopfes *i* erfolgen, der um einen auf der Alhidade angebrachten Zapfen drehbar war, und unten die Druckschraube *h* umfasste. Diese Bewegung der Alhidade diente nun zur Einstellung des eigentlichen Niveaus *n n*, welches senkrecht zur Längsrichtung der Alhidade, mittels zweier Schrauben *mm* an derselben befestigt war. Bei der Messung wurde das Niveau durch Drehen der Alhidade nahezu zum Einspielen gebracht; dann wurde die Druckschraube angezogen, mittels des Hebels die Blase genau in die Mitte gestellt und nun die Stellung der Alhidade am Nonius abgelesen. Der ganze Neigungsmesser wurde beim Gebrauch auf die Oberflächen zweier Säulchen gestellt, welche bei $^1/_3$ und $^2/_3$ der Stangenlängen auf der Holzunterlage befestigt waren, das Schutzdach durchsetzten und oben in eine Ebene endeten; letztere wurde beim Transport durch Schutzscheiben vor Unbilden bewahrt. Betreffs der Dimensionen des Neigungsmessers ist aus den Entfernungen der Unterlagsebenen von einander und aus den Zeichnungen ersichtlich, dass die Länge des Winkelmaasses 4 *Fuss*, seine Höhe 2 *Fuss* betrug. Die Länge des eigentlichen Niveaus war 0,2 *Fuss*, die des Gradbogens 0,36 *Fuss*. Da letztere Länge in 120 Theile getheilt war, so waren die einzelnen Theilstriche etwa 1 *mm* von einander entfernt. Der Apparat galt als justirt, wenn bei vollkommen horizontaler Lage der Auflageflächen die Blase in zwei inversen Lagen genau einspielte und der Alhidadennonius gleichzeitig auf die Mitte der Theilung des Gradbogens einstand.

Der Neigungsmesser reichte in der beschriebenen Anordnung für Messung von Neigungen bis zu 3° aus; kamen grössere Neigungen in Betracht, so konnte man sich dadurch helfen, dass man die eine der Schrauben, welche das eigentliche Niveau mit der Alhidade verbanden, löste, und dem Niveau eine zur Alhidade geneigte Lage gab; natürlich musste dann zur Ermittlung der wahren Neigung das Niveau in zwei inversen Lagen abgelesen werden.

Bestimmung der Constanten des Apparates.

Um die Längen der mit diesem Apparate gemessenen Grundlinien in absolutes Maass übertragen zu können, war es nöthig, das Verhalten der Metallthermometer einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen, die Ausdehnungscoefficienten der Stäbe zu bestimmen, die Messstangen unter einander zu vergleichen und auf ein bestimmtes Maass zu beziehen. Alle diese Untersuchungen sind mit einer bis zu jener Zeit für Basismessungen ungewöhnlichen Sorgfalt von Borda[1]) vorgenommen worden und sollen im Folgenden kurz geschildert werden.

1. Bestimmung des Werthes einer Einheit der Metallthermometer-Theilung. Die Untersuchungen wurden im Freien vorgenommen. Die Messstangen lagen hierbei, vor den directen Sonnenstrahlen durch ihre Schutzdächer geschützt, auf ihrer Holzunterlage wie bei der Basismessung, jedoch nicht in ihren Fassungen, sondern auf kleinen Messing-Cylindern, so dass eine zwangfreie Ausdehnung garantirt war. Es ist zu bedauern, dass diese Art der Lagerung, die später Porro und Brunner bei ihren Basisapparaten adoptirt haben, nicht auch für die eigentliche Basismessung zur Verwendung gekommen ist.

---

[1]) *Expériences sur les règles destinées à la mesure des bases de l'arc terrestre. Par M. de Borda, Base du Syst. métr. III. 313.*

In der Entfernung der Gesammtlänge der vier Messstangen, also in etwa 8 *Toisen* Entfernung, wurden zwei massive Pfeiler montirt; dieselben, auf Mauerfundament errichtet, waren 4,5 *Fuss* in der Erde und ragten 0,5 *Fuss* über den Boden heraus. Die vier Messstangen wurden in einer Linie an einander geschoben, und damit sie sich nicht verschieben sollten, durch Klammern aus Messing mit einander verbunden, so dass sie einen einzigen Stab bildeten. Das eine Ende des so gebildeten Stabes wurde in unverrückbarer Weise mit dem ersten Pfeiler verbunden, während das andere Ende frei beweglich war, und nahe an den zweiten Pfeiler heranreichte. An diesen war eine verticale Messingplatte senkrecht zur Richtung der vier Messstangen befestigt. Je nach der Temperatur entfernte sich also das Ende der vier Stangen von dieser Platte oder näherte sich ihr. Diese Bewegung der Stangen, also direct ihre absolute Ausdehnung, wurde nun gemessen, indem man die Zunge des beweglichen Endes mit der Messingplatte des Pfeilers in Contact brachte und die Angaben des Schiebernonius ablas.

Die Messungen wurden in der Weise ausgeführt, dass man zunächst in der eben geschilderten Weise die Entfernung des freien Endes von der Messingplatte maass; dann las der Beobachter, indem er auf das feste Ende zuging, nach einander die vier Metallthermometer ab; dasselbe geschah in umgekehrter Reihenfolge. Zeigte sich hierbei eine starke Differenz in zwei correspondirenden Ablesungen, so wurde die Messung verworfen. Ein in der Mitte der Stange hängendes Quecksilberthermometer wurde bei jeder Beobachtungsreihe abgelesen, doch geschah dies nur, um die Temperatur der Luft zu bestimmen. In dieser Weise wurden an acht Tagen 33 Beobachtungsreihen ausgeführt. Die Beobachtungen erstreckten sich auf Temperaturen zwischen 3,2° und 24° des 100theiligen Thermometers. Als Resultat der Beobachtungen ergab sich, unter Berücksichtigung des Einflusses, den die messingenen Verbindungsklammern auf die Ausdehnung der Stangen ausüben mussten, dass für ein Zehntel-Intervall der Metallthermometertheilung die Platinstange sich um 0,09245 Einheiten der Schiebertheilung ausdehnte, d. h. also um 9,245 Toisen-Mikron (9,245 μ_T).

Da die Metallthermometer die Differenz der Ausdehnung des Platin und Kupfers angeben, und da ein Theil der Metallthermometertheilung $^1/_{20000}$ der Länge des Kupferstabes ist, wie ein Theil der Zungentheilung gleich $^1/_{20000}$ der Länge des Platinstabes ist, so sieht man leicht ein, dass, wenn sich für einen Theil der Metallthermometertheilung der Platinstab um 0,9245 Einheiten der Zungentheilung ausdehnt, die Ausdehnungscoëfficienten des Kupfers und Platins sich zu einander verhalten wie 1,9245 : 0,9245.

2. Bestimmung des Ganges der Metallthermometer und der Ausdehnungscoëfficienten der Messstangen. Bei diesen Untersuchungen ruhten die Stäbe in einem, innen mit Blei ausgekleideten Holztroge von 13 *Fuss* Länge, 6 *Zoll* Breite und 6 *Zoll* Tiefe in einem Wasserbade und tauchten etwa 10 *Linien* in das Wasser ein. Die Stäbe lagen neben einander auf einer breiten Messingstange, welche ihrerseits auf drei *Zoll* über dem Boden des Troges ausgespannten Eisenstäben ruhte. In dieser Anordnung wurde bei der Temperatur des schmelzenden Eises, bei einer künstlich erzeugten hohen Temperatur und bei einer mittleren Zimmertemperatur der Stand der Metallthermometer abgelesen. Zunächst wurde bei der Temperatur des schmelzenden Eises beobachtet. Zu diesem Zwecke wurde der Trog mit zerstossenem Eise gefüllt; nachdem die Temperatur sich ausgeglichen hatte und die Metallthermometer eine lange Zeit hindurch constant geblieben waren, wurde ihr Stand abgelesen. Die

Beobachtungen wurden nur dann als giltig angesehen, wenn die Metallthermometer noch geraume Zeit nach der Ablesung constant geblieben waren. — Hierauf wurde das Eis aus dem Kasten entfernt und durch heisses Wasser ersetzt. Nachdem man eine Zeit lang gewartet hatte, bis die Stäbe die Temperatur des Wassers angenommen hatten, wurden die Metallthermometer wieder mehrere Male abgelesen. Gleichzeitig wurde auch die Temperatur des Wasserbades durch eingetauchte Quecksilberthermometer gemessen, von denen eins in der Mitte und die beiden anderen an den beiden Enden des Kastens angebracht waren. Da in Folge der zu erwartenden allmäligen Abkühlung des Wasserbades die Metallthermometer ihren Stand fortwährend änderten, so wurden dieselben sechsmal hintereinander abgelesen und das Mittel aus allen Angaben genommen. Die Quecksilberthermometer gingen während dieser Zeit von + 37°,8 auf + 34°,5. Die Angaben dieser letzteren Thermometer weichen hierbei um eine constante Differenz unter einander ab; das in der Mitte hängende zeigte in allen Reihen das Mittel aus den Angaben der beiden äusseren, und die Differenzen dieser beiden gingen stets in demselben Sinne, woraus hervorging, dass man das Mittel aus allen dreien mit einiger Sicherheit als die mittlere Temperatur des ganzen Wasserbades ansehen konnte.

Eine dritte Reihe von Beobachtungen wurde angestellt, als die Temperatur des Wasserbades derjenigen der äusseren Luft gleich geworden war; es war dies die Temperatur von + 26°,2. Als Mittel aus allen Beobachtungen ergab sich:

Reihe.	Temperatur.	Stand des Metallthermometers.				Anzahl d. Beobacht.
		No. I.	No. II.	No. III.	No. IV.	
1	0°	385,3	385,5	380,3	384,3	Nicht ang.
2	+ 36,4	452,2	452,9	448,0	452,3	6
3	+ 26,2	433,7	433,8	428,8	432,8	4

Wie man sieht, ist der Gang der Thermometer ein ganz gleichmässiger; Thermometer No. III bleibt im absoluten Betrage um eine fast constante Grösse hinter den anderen zurück. Die Lage des Kupferstäbchens *a* (Fig. 1) scheint hier eine etwas andere zu sein als bei den übrigen Stäben. Aus allen Messungen leitet Borda für 1 Grad Temperaturdifferenz eine Bewegung von 1,853 Einheiten des Metallthermometers ab, was einem Ausdehnungs-Coëfficienten des Platins von 8,62 μ entspricht.

3. Vergleichung der vier Messstangen unter einander. Die Vergleichungen geschahen auf einem Messingstabe von 13 *Fuss* Länge, 30 *Linien* Breite und 4 *Linien* Dicke. Derselbe hat in der Folge zur Vergleichung aller bei der Festsetzung des metrischen Maasses zu bestimmenden Toisen, Meter u. s. w. gedient und hatte folgende Einrichtung:

An dem einen Ende des Stabes war ein festes Anschlagestück von cylindrischer Form senkrecht zur Ebene des Stabes angebracht. Der zu bestimmende Stab wurde mit seinem einen Ende an diesen Anschlag angeschoben und genau in die Mittellinie des Comparatorstabes gelegt. Gegen das andere Ende wurde ein Läufer von der Gestalt eines 6 *Zoll* langen und in Zehntausendtel-Toisen getheilten Stabes geführt. Die Bewegung des Schiebers geschah genau in der Mittellinie des Comparatorstabes. Auf dem grossen Stabe befanden sich in verschiedenen — etwa 12, 6 und 3 *Fuss* — Entfernungen von dem festen Anschlag-Cylinder Nonien, welche direct Hunderttausendtel-Toisen abzulesen gestatteten; in Verbindung mit der

Theilung auf dem Schieber liess sich also die Länge eines Stabes auf diese Weise bestimmen. Wurde dann ein zweiter Stab in derselben Weise auf den Comparator gelegt und bestimmt, so ergab die Differenz zwischen beiden Ablesungen die Längendifferenz beider Stäbe in Hunderttausendtel-Toisen.

Die Vergleichungen der vier Basis-Messstäbe I, II, III und IV wurden bei der Temperatur des schmelzenden Eises vorgenommen; der Stab I diente als Ausgangspunkt, mit dem die übrigen drei verglichen wurden; als Resultat ergab sich:

$$I = II + 2\,\mu_T$$
$$I = III + 4\ „$$
$$I = IV + 4\ „$$

Die Summe aller vier Messstäbe ist daher gleich $4 . I - 10\,\mu_T$.

4. Correction des Nullpunktes der Schiebertheilung. Die Länge der Messstange war, wie schon erwähnt, definirt durch die hintere Endfläche am festen Ende und durch die vordere Endfläche am beweglichen Ende bei eingeschobener Zunge, wenn die Nullpunkte des Nonius und der Schiebertheilung coincidirten. Wenn daher zwei aufeinander folgende Stäbe bei eingeschobener Zunge sich vollkommen berührten, so musste der Nullpunkt der Schiebertheilung mit dem Nullpunkt des Nonius zusammen fallen. War dies nicht der Fall, so musste der Fehlbetrag bei der Messung berücksichtigt werden.

Die Untersuchung hierfür fand mittels des eben beschriebenen Comparators statt und ergab folgendes Resultat:

Die Correction betrug:

bei Stange	No. I:	$-$ 7 μ_T
„ „	No. II:	+ 9 „
„ „	No. III:	$-$ 10 „
„ „	No. IV:	+ 2 „

Das heisst, um die richtige Distanz zweier aufeinander folgenden Stangen zu erhalten, ist von der durch die Schieber angegebenen Entfernung bei Stange I abzuziehen 7 μ_T, bei Stange II zu addiren 9 μ_T und in analoger Weise bei den anderen.

5. Berechnung der Basislänge. Um die Länge einer Lage aller vier Messstangen in Einheiten der Stange I bei 0° zu erhalten, hat man sich zu erinnern, dass der Stand der vier Metallthermometer bei 0° bezw. war 385,3; 385,5; 380,3 und 384,3, dass ferner die Stäbe sich für ein Zehntel-Intervall der Metallthermometertheilung um 9,245 μ_T ausdehnten. Berücksichtigt man ferner die unter 3) gegebene Relation der Stäbe II, III und IV zur Stange I, sowie die unter 4) mitgetheilten Schiebercorrectionen, so erhält man als Länge irgend einer Lage der vier Stäbe auf 0° reducirt, wenn m_1, m_2, m_3, m_4 die Angaben der vier Metallthermometer sind:

$$4 . I - 10\,\mu_T - 6\mu_T + [(m_1 - 385{,}3) + (m_2 - 385{,}5) + (m_3 - 380{,}3) + (m_4 - 384{,}3)]\,9{,}245\,\mu_T.$$

Zu diesem Werthe kommt nun noch die Temperaturcorrection der über das vordere Ende des Platinstabes herausragenden Schieberlängen. Diese Correction musste für jede Lage und Stange besonders berechnet werden, was mit Hilfe einer zu diesem Zwecke gerechneten Tabelle geschah.

Um die Rechnung zu vereinfachen, wählte Borda den vierten Theil des obigen Werthes als mittlere Länge eines Stabes.

Multiplicirt man den so erhaltenen Werth:

$$I - 4\mu_T + (m - 383,3)\, 9,245\mu_T$$[1]

mit der Anzahl der gelegten Stäbe, addirt hierzu die Temperaturcorrection der Schieberlängen, sowie die aus den Angaben des Niveaus abgeleiteten Neigungscorrectionen, so erhält man die Länge der Basis in Einheiten der Stange I und auf den Horizont eines der beiden Endpunkte bezogen.

6. Vergleichung der Stange I mit der Toise du Pérou. Um die Längen der Grundlinien auf ein bestimmtes Urmaass beziehen zu können, wurde die Stange I mit der *Toise du Pérou* verglichen, jedoch nicht direct mit derselben, sondern mit zwei von Lenoir gefertigten Copien, die aneinander gelegt nach Borda genau die doppelte Länge der *Toise du Pérou* hatten, was natürlich nach dem damaligen Genauigkeitsbegriff zu verstehen ist. Die Vergleichungen fanden in derselben Weise, wie oben geschildert, bei 0° und bei 13° R. (der Normaltemperatur der *Toise du Pérou*) statt. Aus den Beobachtungen wurde folgende Relation abgeleitet:

$$\text{Bei } 0^\circ : I = 2 \textit{ Toisen} - 25\mu_T,$$

oder, wenn man unter A die Länge der Stange I bei 0° versteht:

$$\text{bei } 13^\circ : A = 2 \textit{ Toisen} - 30,3\mu_T.$$

Wir wenden uns jetzt zu dem bei der Basismessung in Anwendung gekommenen Verfahren. — Nachdem die Dreifüsse für die vier Messstangen nahezu im Alignement der Basis gelegt waren, wurde die erste Stange mittels eines Lothfadens, dessen halbe Dicke in Rechnung gezogen wurde, senkrecht über den unterirdisch festgelegten Anfangspunkt gebracht. Um die Stange ins Alignement zu bringen, wurde sie mit der Hand so lange seitlich verschoben, bis die beiden über das Schutzdach der Stange herausragenden Alignementsmarken sich auf die nächste Mire projicirten. Dies wurde durch einen hinter der Stange stehenden Beobachter mit blossem Auge ermittelt; dann wurde die zweite Stange, mit einem kleinen Zwischenraum zwischen der ersten und zweiten Stange, gelegt, dann die dritte und endlich die vierte, und jede Stange in der geschilderten Weise alignirt, bis schliesslich alle acht Alignementsmarken sich auf die Spitze der nächsten Mire projicirten. — Hierauf wurde die Neigung der Messstangen bestimmt, indem das Niveau nacheinander auf alle Stangen aufgesetzt und in zwei inversen Stellungen abgelesen wurde. Sodann wurde das Metallthermometer der ersten Stange abgelesen, der Schieber dieser Stange vorsichtig in Contact mit dem zweiten Stabe gebracht und seine Stellung abgelesen. Dies geschah sowohl mittels Nonius, als auch zur Controle am Mikroskop; hierauf wurde der Schieber wieder in seine Coulissen zurückgeschoben. Dieselben Operationen wurden an der zweiten und dritten Stange ausgeführt. Hiermit war die erste Lage fertig und es wurde nun die erste Stange vor die vierte gebracht, nachdem im Voraus schon die Bodenplatten eingerammt und aufgestellt waren. Die Neigung der neuen ersten Stange wurde gemessen, und Metallthermometer sowie Schieber der Stange IV abgelesen. Dann wurde die zweite Stange II vor die erste gebracht und so ging es successive bis zum Abbrechen der Tagesmessung fort. Drei Stangen blieben stets liegen, während die vierte transportirt wurde.

Sollten die Messungen abgebrochen werden, so wurde die letzte Stange vorsichtig gelegt, ihr Endpunkt am Boden markirt, die Stange dann zurückgenommen

---

[1]) Der Mittelwerth des Standes der Metallthermometer bei 0° betrug nach den mitgetheilten Untersuchungen eigentlich 383,8; warum dafür 383,3 gewählt wurde, ist nirgends angegeben; vielleicht ist einer der vier obigen Einzelwerthe mit einem Druckfehler behaftet.

und nun ein Pfahl an der bezeichneten Stelle in die Erde gerammt, auf dessen Oberfläche eine Bleiplatte befestigt war. (Dieser Theil des Verfahrens, das Einrammen des Pfahls in der Nähe der vorletzten Stange, dürfte nicht ganz einwandsfrei sein; da die Stangen lose auf den Dreifüssen auflagen, konnte hierdurch leicht eine Erschütterung und Verschiebung stattfinden, die nicht controlirt werden konnte.) Sodann wurde die letzte Stange, — es war dies stets Stange I, mit der am nächsten Morgen wieder begonnen wurde — definitiv gelegt, ihre Neigung gemessen, Metallthermometer und Schieber der vorletzten Stange abgelesen, ferner die Angabe des Metallthermometers der letzten Stange notirt und endlich ihr vorderes, bewegliches Ende bei eingeschobener Zunge auf die Bleiplatte heruntergelothet; auf letzterer wurde der Endpunkt sicher markirt und die Platte vorsichtig bedeckt. Am nächsten Morgen wurde die Stange in derselben Weise gelegt, der Endpunkt des vorherigen Abends auf das vordere Ende der Stange heraufgelothet und dann begann die Messung in der gewöhnlichen Reihenfolge. Temperatur und Neigung der Stange waren am Morgen natürlich nicht dieselben wie am vorhergehenden Abend, aber das machte nichts aus, da es ja nur darauf ankam, das vordere (bewegliche) Ende genau senkrecht über den Fixpunkt zu bringen.

Die Operationen der Messungen waren für die Beobachter sehr anstrengend, da die Dreifüsse, auf denen die Maassstäbe lagen, so niedrig waren, dass die Beobachter ganz gebückt und theilweise knieend arbeiten mussten. Besonders anstrengend und Geduld erfordernd war es, die Stangen mittels der Schrauben der Dreifüsse in die richtige Lage zu einander zu bringen. Da die untere Fläche des Schiebers die Fortsetzung der oberen Fläche der Platinstange bildete, so hätten eigentlich die untere Fläche der Zunge der hinteren Stange und Oberfläche der nächsten Platinstange stets in einer Ebene liegen müssen. Dies war aber der Neigung der Messstangen wegen nicht immer möglich zu erreichen. Hieraus musste ein kleiner Fehler entstehen, der auch in Rechnung gezogen wurde. Die Stangenlänge war, wenn der Schieber zum Zwecke der Messung herausgezogen war, definirt durch die Entfernung der oberen, horizontalen Endkante des Schiebers in seiner jeweiligen Stellung. Konnte nun die Stange so gelegt werden, dass die Berührung mit den benachbarten Stangen an diesen Kanten stattfand, so resultirte für die betreffende Stange kein Fehler; erfolgte aber die Berührung mit einem anderen Punkte der vertikalen Endfläche der einen oder der beiden Stangenenden, so trat diese Stange nicht mit ihrer definirten Länge, sondern mit einem etwas grösseren Betrage in die Rechnung ein. Es musste also eine Correction angebracht werden, welche von zwei Factoren abhing, erstens von der Elevation des einen Stangenendes über das andere, und zweitens von dem Winkel, welchen die durch die beiden Berührungskanten gelegte Ebene mit der oberen Stangenebene bildete. Der erste Factor summirt sich für die ganze Basis und ist die Niveaudifferenz der beiden Basisendpunkte; der zweite Factor hängt von der Entfernung der Berührungskante von der unteren Kante des Schiebers, bezw. der oberen Kante des festen Endes ab, und hält sich bei der geringen Dicke der Stangen innerhalb kleiner Grenzen. Streng genommen hätten diese kleinen Entfernungen gemessen werden müssen; dass dies nicht geschehen konnte, darf als ein, wenn auch nur geringfügiger Mangel des Apparates angesehen werden. Delambre berechnet den Maximalbetrag dieser Correctionen für die beiden Grundlinien von Melun und Perpignan zu 0,002 bis 0,003 *Toisen*, welcher Betrag von der gemessenen Länge subtrahirt wird.

Eine zweite Fehlerquelle bildet das Alignement, dessen Einrichtung die

Messung einer genau mathematischen Linie nicht gestattete. Delambre schätzt die Abweichung vom Alignement, die bei jeder Stange vorkommen konnte, im Maximum zu 2 *Linien*, was für 3000 Stangen einen Betrag von 0,004 *Toisen* bedeuten würde. Dieser Fehler wirkte gleichfalls vergrössernd ein und musste daher von der gemessenen Länge subtrahirt werden. Der wirkliche Fehler des Alignements dürfte aber beträchtlich grösser gewesen sein, wenn man bedenkt, dass nach Delambre bei der Basis von Melun das letzte Stangenende um 10 *Linien* von dem Endpunkte seitlich entfernt war, also um einen fünfmal grösseren Betrag, als die von Delambre angenommene Maximalabweichung.

Drittens rief die eventuelle fehlerhafte Stellung des Nullpunktes des Schiebers einen Fehler hervor. Bei eingeschobener Zunge sollten Nullpunkt der Schiebertheilung und Nullpunkt des Nonius coincidiren. Borda hatte bei der Bestimmung der Stangen eine Abweichung von dieser Lage im Betrage von 1,5 *Toisen-Mikron* gefunden. Delambre bestimmte diesen Fehler vor der Messung der Basis von Melun zu — *3,6* und nach derjenigen von Perpignan zu — *6,6* μ_T; er wandte den ersten Betrag zur Reduction der ersteren Basis und den zweiten zur Reduction der letzteren Basis an. Die Verschiedenheit der einzelnen Beträge rührt wohl von Abnutzung her.

Die mit dem Borda'schen Apparat ausgeführten Basismessungen.

Mit dem eben beschriebenen Apparate und in der geschilderten Weise sind von Delambre und Méchain zunächst die beiden Grundlinien gemessen worden, auf welchen die grosse französische Gradmessung zu Ende des vorigen Jahrhunderts beruhte, die Grundlinien von Melun und Perpignan. Erstere wurde im Sommer 1798 gemessen; die ganzen Operationen dauerten 45 Tage. Die Messung erregte das grösste Interesse der zeitgenössischen Gelehrten, von denen viele, u. A. auch A. v. Humboldt, als Zuschauer Theil nahmen. Die Berechnung der Basislänge geschah in der oben geschilderten Weise und mit den von Borda ermittelten Elementen; ihre Länge ergab sich bei + 13° R. in Einheiten der Stange I und nach Reduction auf das Meeresniveau, zu 6075,900069 *Toisen*. Diesen Werth hat Delambre der Berechnung seiner Dreiecke zu Grunde gelegt. Die Basis von Perpignan wurde im folgenden Jahre, 1799, in derselben Weise wie die vorige gemessen; auch die Art der Berechnung und die Reductionselemente sind dieselben. Die Länge der Basis ergab sich, in derselben Definition wie die von Melun, zu 6006,250 *Toisen*.

Was die Genauigkeit der beiden Messungen anbetrifft, so ist sehr zu bedauern, dass die Grundlinien nicht zweimal gemessen worden sind. Nur eine kleine Strecke von 136 *Toisen* ist bei der Basis von Perpignan zweimal gemessen worden; die erste Messung war verworfen worden, weil an dem betreffenden Tage ein so starker Wind herrschte, dass die Stangen, die doch nur lose auf den Böcken auflagen, seitliche Verschiebungen erlitten. Die Uebereinstimmung der beiden Resultate ist eine sehr gute; die erste Messung ergab 136,7937 *Toisen*
„ zweite „ „ 136,7931 „
Die Differenz beträgt also nur 0,0006 *Toisen*. Das Resultat ist aber doch wohl nur durch Compensation verschiedener Fehler entstanden, da die erste Messung doch gewiss fehlerhaft war.

Einen Maassstab für die Güte der Messung hat man nur in der Vergleichung des aus der Basis von Melun abgeleiteten Werthes der Basis von Perpignan mit der direct gemessenen Länge derselben. Die Differenz betrug[1]) 0,1485 *Toisen*, ein

[1]) *Base du Syst. métr. II. S. 703.*

ziemlich beträchtlicher Werth. Um die beiden Grundlinien in Uebereinstimmung zu bringen, hat Delambre ein Verfahren eingeschlagen, das vor ihm schon La Caille angewandt hatte; er bringt nämlich Correctionen an die Winkel an. Er beginnt damit, bei seinem 44. Dreiecke, von der Basis von Melun an gerechnet, dem einen Winkel eine Correction von — 0",1 und den beiden andern von + 0",05 zu geben; mit diesem Verfahren wird von Dreieck zu Dreieck bis zum 95. in der Weise fortgefahren, dass die Correctionen allmälig kleiner werden. Beim 96. und 97. Dreiecke beträgt die Correction bei zwei Winkeln nur noch — 0",05 bezw. + 0",05 und der dritte Winkel bleibt intact; ebenso im 98., 99. und 100. kommen noch Correctionen von — 0",01 und + 0",01 vor; von da bis zum 104. (letzten) Dreiecke sind keine Verbesserungen mehr nöthig. La Caille hatte zu demselben Zwecke Correctionen von 5" anwenden müssen.

Der Borda'sche Apparat fand ferner bei denjenigen Messungen Anwendung, welche der kartographischen Aufnahme Frankreich's in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts als Ausgangspunkte, bezw. Controlen dienten. Die Hauptgrundlagen dieser Landesaufnahme waren der grosse Delambre'sche Meridianbogen mit seinen beiden Grundlinien von Melun und Perpignan und ein neuer, senkrecht zu diesem, im Parallel von Paris gelegter Bogen, dessen Seiten im Osten von der Basis bei Ensisheim im Elsass ausgingen, und im Westen von der Basis von Brest controlirt wurden. Parallel zu letzterem Bogen wurden eine Reihe von Parallelketten gemessen, im Norden von Paris ein Bogen im Parallel von Amiens, südlich je eine Kette in den Parallelen von Bourges, Rodez und Saintes. Letzterer wegen seiner Lage „Parallèle moyen" genannt, beruhte auf einer bei Bordeaux gemessenen Grundlinie. Im Süden des Landes wurde endlich noch längs der Pyrenäen ein Parallelbogen gelegt und durch eine Basis bei Gourbera bestimmt. Senkrecht zu diesen Bögen sich ausdehnende Meridianketten vervollständigten die Triangulation. Ein Meridianbogen von Sedan nach der Mündung der Rhone ging im Norden mittels einer kurzen Verbindungskette von den Seitenlängen des Delambre'schen Gradbogens aus, und wurde im Süden durch eine Basis bei Aix verificirt. Weitere Meridianbögen erstreckten sich an der Ostgrenze von Strassburg nach Genf und an der Westküste von Bayeux nach den Pyrenäen. Einige Verbindungsketten endlich dienten Controlzwecken.

Die Resultate aller dieser Messungen sind von Puissant in seiner *Nouvelle Description de la France*[1]) bearbeitet. Die daselbst mitgetheilten Nachrichten über die erwähnten fünf Grundlinien sind nicht sehr eingehend. Puissant, der, wie aus gelegentlichen Aeusserungen hervorzugehen scheint, mit der Behandlung der Beobachtungen nicht recht einverstanden war, giebt nur kurz die Schlussresultate, wie er sie von den einzelnen Beobachtern erhalten hat.

Die Operationen der Basismessungen gingen ganz in derselben Weise wie bei Delambre und Méchain vor sich, mit der einzigen Ausnahme, dass nur drei Messstangen zur Verwendung kamen. Die Stange I blieb beständig im Pariser Observatorium als Etalon zurück. Auch die Art der Reduction ist dieselbe, wie sie Borda vorgeschlagen und Delambre angewendet hat, jedoch wurden bei einigen Grundlinien andere Reductions-Constanten benutzt. Die Basis von Ensisheim im Elsass wurde im Jahre 1804 von Oberst Henry gemessen. Eine neue Vergleichung der vier Stangen unter einander, sowie eine neue Bestimmung der Normalstange No. I hat vor und nach der Basismessung stattgefunden, die Resultate werden aber nicht mitge-

[1]) *Mémorial du Dépôt de la Guerre. T. VI. Paris 1832.*

theilt, und auch bei der Reduction nicht benutzt, sondern es wurden die von Borda bestimmten Werthe, jedoch mit einigen Ausnahmen angenommen. Erstens wurde die in der *Base du Système métrique III. 444* ausgesprochene Vermuthung adoptirt, dass bei Borda's Untersuchungen, während der Beobachtung im schmelzenden Eise, nicht die Temperatur 0°, sondern 1,35° C. geherrscht habe, und demgemäss als Stand des Metallthermometers der Stange No. I für 16,25° C. die Stellung 411,01 der Theilung angenommen. Trotzdem wird der aus denselben Beobachtungen folgende Borda'sche Ausdehnungs-Coefficient beibehalten, eine merkwürdige Inconsequenz. Ferner wurde als Correction des Schiebernonius der Werth —1,7 μ_T eingeführt.

Mit diesen Reductionselementen wurde die Länge der Basis von Ensisheim im Meereshorizont, und reducirt auf 21°,6 C., zu 19044,40 *m* bestimmt. Auf Grund dieses Werthes erhält man die Seite Strassburg—Donon zu 43931,62 *m*, während dieselbe Seite, aus der Basis von Melun abgeleitet, sich zu 43930,91 *m* ergiebt. Nun ist aber die Basis von Melun auf + 16°,25 C. reducirt. Will man also beide Grundlinien mit einander vergleichen, so muss auch die Basis von Ensisheim auf eine Temperatur von + 16°,25 C. berechnet werden. Man hat dann zu der oben erwähnten Länge noch + 0,92 *m* zu addiren und dann ergiebt sich als Länge der Seite Strassburg—Donon 43933,80 *m*, also um 2,89 *m* von dem aus der Basis von Melun folgenden Werthe verschieden.

Die Basis von Brest ist 1823 von Oberst Bonne gemessen worden. Die Länge der Basis ergab sich direct gemessen zu 10526,91 *m*, und genau denselben Werth erhielt Oberst Bonne für die durch das Dreiecksnetz aus der Basis von Melun abgeleitete Basis von Brest. Diese überraschende Uebereinstimmung wird aber nur dadurch erhalten, dass Bonne aus einer neuen Discussion der Angaben der *Base du Syst. métr.* neue Werthe für den Gang und Stand der Metallthermometer erhält und diese zur Reduction verwendet. Die Gründe hierfür, sowie die Art der Discussion werden nicht mitgetheilt und Puissant lässt auch deutlich durchblicken, dass er das Verfahren des Oberst Bonne nicht billigt.

Betreffs der übrigen drei Grundlinien ist wenig anzuführen. Die Basis von Aix ist 1825 [nicht 1828, wie Perrier in einem Bericht über Basismessungen im *Generalbericht der Europäischen-Gradmessung für das Jahr 1877 S. 120* mittheilt] von Oberst Delcros gemessen; ihre Länge beträgt 8066,65 *m*. Die Basis von Bordeaux, 1826 von Oberst Brousseaud gemessen, liegt in einer, die Parallelen von Rodez und Saintes verbindenden Kette; sie ist 14119,08 *m* lang und bietet deshalb besonderes Interesse, weil sie [durch 150 Dreiecke] mit der Basis von Somma in Verbindung steht, und daher eine Vergleichung zwischen zwei verschiedenen Apparaten und Messungsmethoden gestattet. Die Basis von Gourbera endlich ist 1827 von Oberst Corabeuf gemessen und hat eine Länge von 12220,03 *m*. Alle drei Grundlinien scheinen mit den Borda'schen Elementen berechnet zu sein und sind auf +16°,25 C. reducirt. Die französischen Grundlinien sind alle nur einmal gemessen worden. Will man daher ein Maass für die Güte der Messung haben, so bleibt kein anderer Weg, als die eine aus der anderen mittels der dazwischen liegenden Dreiecksketten abzuleiten. Auf diese Weise kann man aber auch aus den Angaben des Puissant'schen Werkes nicht zu einer richtigen Beurtheilung der Genauigkeit der Messung kommen, da die Dreiecksketten nicht durchweg reine Ketten sind, sondern vielfach Controlseiten enthalten und zum Weitertransport der Seiten das Mittel von zwei, oft recht verschiedenen Werthen einer Seite benutzt wurde. Immerhin wird

aber die nachfolgende Tabelle einen Anhalt zur Beurtheilung der Güte der Basismessungen geben. Die Tabelle ist nach Puissant[1]) theilweise neu berechnet:

Name der Basis	Beobachter und Zeit der Messung.	Gemessene Länge in Metern	Gemessene Länge reducirt auf	Länge abgeleitet aus	Länge abgeleitet zu	Rechnung — Beobacht. absolut i. Metern	Rechnung — Beobacht. in Einh. d. Länge.
Basis v. Ensisheim	Henry 1804	19044,40	+ 17°,3 R.	Basis v. Melun	19044,13	— 0,27	$\frac{1}{70540}$
		19045,32	+ 13,0			— 1,19	$\frac{1}{16000}$
„ „ Brest	Bonne 1823	10526,91	+ 13,0	„ „ „	10526,91	0,00	—
„ „ Aix	Delcros 1825	8066,65	+ 13,0	„ „ Perpignan	8067,04	+ 0,39	$\frac{1}{20685}$
				„ „ Melun	8067,17	+ 0,52	$\frac{1}{15510}$
				„ „ Bordeaux	8067,35	+ 0,70	$\frac{1}{11525}$
				„ „ Gourbera	8067,07	+ 0,42	$\frac{1}{19210}$
„ „ Bordeaux	Brousseaud 1826	14119,08	+ 13,0	„ „ Melun	14118,75	— 0,33	$\frac{1}{42775}$
				„ „ Brest	14118,69	— 0,39	$\frac{1}{36195}$
„ „ Gourbera	Coraboeuf 1827	12220,03	+ 13,0	„ „ Perpignan	12219,63	— 0,40	$\frac{1}{30550}$
				„ „ Melun	12219,24	— 0,79	$\frac{1}{15470}$
				„ „ Bordeaux	12219,73	— 0,30	$\frac{1}{40735}$

Aus der Basis von Bordeaux hat Delambre auch noch die 1788 von Reggio, de Cesaris und Oriani gemessene Basis von Somma abgeleitet. Die beiden Grundlinien sind durch 150 Dreiecke verbunden. Die Basis von Somma (vgl. *diese Zeitschrift 1885, S. 337)* war direct zu 9999,254 *m* gemessen worden, während die Rechnung 9999,455 *m* ergab.

Ueber die Reellität dieser Werthe lässt sich um so weniger etwas Sicheres sagen, als schon ein Urtheil über die Werthe der direct gemessenen Längen nicht gut möglich ist. Die Messstangen des Apparates sind zwar, wie Puissant (a. a. O. I. 45) ausdrücklich hervorhebt, vor und nach jeder Basismessung unter sich und mit dem Modul (Stange I) verglichen worden, die Resultate dieser vom *Bureau des Longitudes* vorgenommenen Vergleichungen sind aber Puissant nicht mitgetheilt worden, und er hat daher die Längen der Stangen und ihre Beziehung zur *Toise du Pérou* so angenommen, wie sie von Borda bestimmt worden waren. Die übrigen Constanten des Apparates dagegen, der Stand des Metallthermometers bei bestimmter Temperatur, der Ausdehnungscoefficient u. s. w. sind bei einigen Grundlinien anders angenommen als die Borda'schen Werthe, ohne dass dies genügend motivirt worden wäre. Diese Verfahrungsweise scheint bei den zeitgenössischen Geodäten ein grosses Misstrauen gegen die Resultate der französischen Basismessungen erregt zu haben; so schreibt z. B. Trechsel unter dem 11. November 1825 an Horner:[2]) „...... und müssen, wenn wir uns nicht an die freilich zweimal gemessene Grundlinie von Tralles halten wollen, uns unbedingt und blindlings den Franzosen und ihren (erkünstelten) Resultaten in die Hände werfen.“ Eine directe Veranlassung zum Zweifel an der Richtigkeit der in der *Description géométrique* abgeleiteten Basislängen giebt eine Mittheilung, die C. Wolf in seinen *Recherches historiques sur les étalons de l'observatoire (Ann. d. Chim. et de Phys. V. Série, Vol. 25. S. 57.*

[1]) A. a. O. I. 471. — [2]) Wolf, Geschichte der Vermess. in der Schweiz. Zürich 1879 S. 225.

Vergl. *diese Zeitschr. 1883, S. 176)* macht. Danach stürzte im Jahre 1823, als die drei Stangen an den Oberst Bonne zur Messung der Basis von Brest übergeben werden sollten, bei der Vergleichung die Stange No. II auf die Böcke des Gerüstes. Sie zeigte dann eine sehr merkliche Biegung, und nach vorsichtiger Wiederausrichtung eine Verkürzung von etwa 15 *Mikron*. Sie scheint also nach der Wiederausrichtung noch nicht ganz gerade gewesen zu sein. Die vom *Bureau des longitudes* beschlossene Veröffentlichung des Protokolls über diesen Zufall ist unterblieben, und die späteren Benutzer der Stange scheinen keine Kenntniss davon gehabt zu haben, da Puissant eben lediglich die von Borda gegebenen Zahlen benutzt.

Dass das Verfahren einiger der französischen Geodäten, den Berechnungen ihrer Grundlinien neue Werthe des Nullpunktes des Metallthermometers und der Ausdehnungscoefficienten zu Grunde zu legen, einer gewissen Willkür nicht ganz entbehrte, scheint auch aus Folgendem hervorzugehen.

Nach Wolf (a. a. O.) wurde erst im Jahre 1827, nach der Messung der letzten Grundlinie von Gourbera, auf Biot's Veranlassung eine Neubestimmung der Ausdehnung der Stangen angeordnet. Ueber die Ausführung dieser Untersuchung, die Biot aufgetragen war, ist aber auch nirgends etwas zu finden und auch Puissant kennt die Resultate derselben nicht.

Erst in neuerer Zeit ist die Frage nach der Ausdehnung der Stangen von Laugier und Fizeau wieder aufgenommen und abgeschlossen worden. Die Resultate sind am 17. Februar 1870 der französischen Section der internationalen Metercommission in zwei Noten mitgetheilt worden.

Im Jahre 1853 wurden die Borda'schen Stangen No. II, III und IV zu einer Vergleichung mit dem Porro'schen Apparat, von dem später die Rede sein wird, benutzt. Im Jahre 1856 verglichen Ibañez und Saavedra die von Brunner construirte Messstange des alten spanischen Basisapparates mit der Stange No. I; seit dieser Zeit ist dieselbe nicht mehr aus dem Observatorium herausgekommen.

Im Jahre 1854 waren nach Wolf von dem Borda'schen Basisapparate noch vorhanden die vier Messstangen, die beiden Niveaus [Oberst Henry scheint ein zweites angeschafft zu haben], 10 eiserne und 7 hölzerne Dreifüsse. Seit dieser Zeit sind die Niveaus und die hölzernen Dreifüsse verschwunden. Man hat den ehrwürdigen Apparat dem Zahne der Zeit überlassen, weil man ihn zu genauen Messungen nicht mehr für geeignet hielt. Als die französischen Generalstabs-Officiere, zum ersten Male wieder seit 1827, im Jahre 1854 an die Messung einer Basis gingen, benutzten sie den Porro'schen Apparat, von dem in einem späteren Abschnitte dieser Abhandlung die Rede sein soll.

(Fortsetzung folgt.)

Bemerkungen zu der Abhandlung von E. v. Hoegh: „Die sphärische Abweichung und deren Correction speciell bei Fernrohrobjectiven“,[1]) sowie über andere Behandlungen desselben Problems.

Von

Dr. S. Czapski in Jena.

Das von Herrn v. Hoegh behandelte Thema ist schon von vielen und namhaften Forschern in Angriff genommen worden; ich nenne nur Gauss, Bessel und den auch vom Verfasser citirten Scheibner. Dieselben behandelten das Problem

[1]) Diese Zeitschrift 1888, S. 117. Vgl. über denselben Gegenstand unter den „Vereinsnachrichten“ dieses Heftes, S. 222.

ziemlich übereinstimmend in der Weise, dass sie untersuchten, welche Lichtvertheilung in der Einstellungsebene dadurch hervorgebracht werde, dass die von verschiedenen Objectivzonen herrührenden Strahlen jene Ebene in verschiedener Entfernung von der Axe und in wechselnder Dichtigkeit durchstossen; indem sie eine Bedingung für die Art dieser Lichtvertheilung aufstellten, welche ihnen die günstigste zu sein schien, gelangten sie zu einer bestimmten Forderung betreffs der Strahlenvereinigung, welche erfüllt werden muss, um die angeblich vollkommenste Lichtconcentration zu erzielen.

Ich persönlich bin mit dem von diesen Gelehrten eingeschlagenen Wege der Untersuchung — unbeschadet der gerade ihnen sonst gebührenden ausserordentlichen Hochachtung — nicht einverstanden, und habe dies Herrn v. Hoegh gegenüber gelegentlich erwähnt. Ich werde meine Gründe weiter unten anführen. Herr v. Hoegh hat nun das Problem, ohne seinen abweichenden Standpunkt besonders zu motiviren, in wesentlich anderer Weise behandelt. Ich habe an dieser seiner Untersuchung nicht den mindesten Antheil, bin mit derselben vielmehr erst durch die Publikation bekannt geworden; ich erwähne dies ausdrücklich, um etwaigen Missverständnissen zu begegnen, da Herr v. Hoegh in der Einleitung meiner Erwähnung thut. Ich muss vielmehr bekennen, dass ich auch der v. Hoegh'schen Behandlungsweise des Problems nicht beipflichten kann und ich will meine abweichende Meinung hier vortragen, da das Thema selbst wohl wichtig genug ist, um von allen Seiten erwogen zu werden.

Herr v. Hoegh untersucht, wenn ich ihn recht verstanden habe, die Gestalt der Diakaustik, erst in dem einfacheren Fall, dass nur noch Aberrationen, die der vierten Potenz der Oeffnung proportional sind, berücksichtigt werden, dann in dem allgemeineren, dass auch der sechsten Potenz ein Einfluss zugestanden wird. Man kann im ersteren Falle zwei, im letzteren drei Strahlen von verschiedenen Zonen zur Vereinigung bringen. Analytisch ausgedrückt ergiebt dies zwei bezw. drei Bedingungen zwischen den Coefficienten der Reihe, welche die reciproke Vereinigungsweite α eines beliebigen Zonenstrahls als Function der Oeffnung $\varkappa$ darstellt:

$$\alpha = A + B\varkappa^2 + C\varkappa^4 + D\varkappa^6.$$

Die Längsabweichung bleibt daher schliesslich nur von einem Coefficienten, C bezw. D, abhängig und ebenso auch die Ordinaten der Diakaustik. Dieser eine Coefficient aber ist eine Funktion der Radien, Dicken und Glasarten; er ist also selbst bei gleichen Glasarten noch verschieden für verschiedene Objectivformen, d. h. je nachdem man der Construction diese oder jene Bedingung zu Grunde legt. Wenn daher v. Hoegh gemäss den Gleichungen 10), 11) und 15), 16) die Diakaustik aus den Grössen N und L bestimmt, in welchen der Faktor C bezw. D durch Division gehoben ist, so sind die so gewonnenen Tabellen und Curven unter einander völlig unvergleichbar. Die Gestalt, der Verlauf einer jeden Curve für sich wird durch jenen Faktor allerdings nicht berührt, aber die in Frage kommenden relativen Beträge der Maximal- oder Minimal-Abweichung verschiedener Curven hängen natürlich ganz wesentlich auch von der Grösse jenes Faktors ab.

Dies ist das erste, was ich gegen Herrn v. Hoegh vorzubringen habe. Wenn ich aber auch hiervon und von einigen nebensächlicheren Einwänden absehe, so kann ich ferner das von Herrn v. Hoegh adoptirte Princip selbst nicht als richtig anerkennen. Hoegh glaubt (S. 122 oben), die beste sphärische Correction dann erreicht, „wenn der Radius des Abweichungskreises für die Randstrahlen dem Minimalwerthe

von h an absoluter Grösse gleichkommt, jedoch auf der entgegengesetzten Seite der Abscissenaxe liegt.“ Angenommen auch, dass dann in der That die Diakaustik auf den engsten Raum um die Axe beschränkt bleibt — was nirgends bewiesen ist — so ist doch hiermit noch gar nichts über die Lichtvertheilung in der Einstellungsebene ausgesagt. Denn nicht die Diakaustik wird (von der Seite) betrachtet, sondern doch eine zu ihr senkrechte Ebene und auf diese projicirt sich ja auch nicht die Diakaustik einfach, sondern die Strahlen, welche vor- oder nachher zur Bildung derselben beitragen, treffen die Einstellungsebene mit verschiedenen Neigungen, an verschiedenen Stellen und in wechselnder Dichtigkeit, wie oben bemerkt. Solange v. Hoegh nicht die Lichtvertheilung in der Einstellungsebene untersucht, bleiben seine Resultate nach meiner Meinung zum Mindesten problematisch. Insofern kann ich in seiner Abhandlung einen Fortschritt gegen Scheibner und Andere nicht finden.

Das allgemeine Ziel, welches Herrn v. Hoegh bei seiner Untersuchung vorgeschwebt haben mag, war vielleicht: die Concentration des gesammten Lichts auf einen möglichst engen Raum. Dieses Ziel wird man selbstverständlich immer bei dem vorliegenden Problem im Auge behalten müssen; aber es ist mir doch noch fraglich — und dies ist der dritte Punkt, den ich vorbringen wollte — ob man auf dieses Ziel ohne jede Nebenrücksicht losgehen soll. In den zahlreichen Fällen, wo man das Auflösungsvermögen und die Definition, das feine „Korn“ der Bilder auf das äusserst Mögliche steigern will, wird man vielmehr gewiss gern einen kleinen Verlust in der Helligkeit in Kauf nehmen, wenn damit ein Gewinn in jenen anderen Eigenschaften verbunden ist. Hiernach scheint es mir, als müsse man für die meisten Zwecke, — wenn auch nicht für alle — als Ziel bei der Beseitigung der Aberration, der sphärischen wie der chromatischen dieses verfolgen: allerdings einen möglichst grossen Theil des Lichts in einen möglichst engen Raum zu concentriren, aber nicht durchaus das gesammte Licht zur Formation des Bildes zu benutzen, sondern unter Umständen — wenn das Bildkorn dadurch feiner wird — auf einen Theil des Lichtes zu verzichten, dann jedoch diesen nicht mit vereinigten Theil möglichst weit zu zerstreuen. Die Lichtvertheilung in der Einstellungsebene muss hiernach graphisch lieber durch einen möglichst engen, und möglichst hohen Kegel dargestellt sein, der von einer gewissen Ordinate ab recht flach abfällt, als durch eine mehr rundliche Erhebung, die eher als jene das Niveau erreicht, aber noch in grösserer Entfernung von der Symmetrielinie merkliche Höhe besitzt.

Dieser Einwand trifft bereits die Gauss-Bessel-Scheibner'schen Untersuchungen mit. Mein stärkstes Bedenken aber gegen diese und alle ähnlichen Betrachtungen geht ganz in das Allgemeine und liegt in der letzten Grundlage derselben.

Die genannten Mathematiker, und, soviel mir bekannt ist, alle anderen ebenfalls, behandeln bei diesem Problem die Lichtstrahlen so, als wenn die Corpusculartheorie des Lichtes noch in Geltung stünde; sie nehmen überall — wenn auch stillschweigend — an, dass der „Lichtstrahl“ für sich Licht erzeuge, dass die Intensität des Lichtes in der Einstellungsebene einfach der Menge der sie durchstossenden Strahlen proportional sei, dass zwei sich treffende Strahlen einen Lichtpunkt hervorbringen und dergl. mehr. Diese Voraussetzungen treffen ja aber sämmtlich nach der Undulationstheorie und erfahrungsmässig nicht zu! Selbst wenn alle Strahlen in einen Punkt vereinigt, homocentrisch und in gleicher Phase sind, bringen sie bekanntlich nicht einen Lichtpunkt, sondern ein Lichtscheibchen hervor, das sogenannte Beugungsscheibchen. Von Beugungsaberration zu reden, wie

es z. B. Kramer[1]) thut und die Grösse der Gesammtaberration so zu bestimmen, dass der Durchmesser des „sphärischen Aberrationskreises“ zu dem der „Beugungsaberration“ einfach hinzu addirt wird[2]), erscheint doch sehr gewagt.

Man hat es vielmehr in jedem Falle mit einer Beugungserscheinung eigener Art zu thun. Wenn keine (sphärische) Aberration vorhanden ist, so ist das Bild eines leuchtenden Punktes im Fernrohr die Interferenzwirkung einer begrenzten sphärischen Welle auf ihre Mittelpunktsebene, eben die Beugungswirkung jener Kugelwelle. Wenn aber solche Aberrationen vorliegen, so heisst dies nichts anderes, als dass dann die Welle von der Kugelform entsprechend abweicht, und um die Lichtvertheilung in der Einstellungsebene zu finden, bleibt nach meiner Meinung kein anderer Weg, als die Beugungswirkung dieser nicht sphärischen Welle auf jene Ebene zu bestimmen.

Dieser Weg, der mir von jeher als der einzige wirklich zuverlässige erschien, ist, wie ich ganz neuerdings fand, in der That schon betreten worden und zwar von Lord Rayleigh in § 4 seiner „Optischen Untersuchungen“ (*Investigations in Optics, Phil. Mag. 1879*). Die Untersuchung ist von Rayleigh erst eingeleitet; es fehlt noch viel, um sie so weit zu führen, dass der Constructeur von Fernrohrobjectiven sich bei seinen Rechnungen auf sie stützen und aus ihr Vortheil ziehen könnte. Aber die Arbeit Rayleigh's zeigt doch die Möglichkeit der Lösung des Problems in dem angegebenen Sinne und bietet auch in ihrer jetzigen Form schon so viel des Interessanten, dass ich rechnenden Optikern deren Lektüre nur auf das Wärmste empfehlen kann.

Zur Prüfung von Thermometern unter dem Eispunkt.

Von

Dr. **Paul Schreiber** in Chemnitz.

Im Jahrgang 1886 dieser Zeitschrift S. 122 habe ich einen Apparat beschrieben, in welchem zwölf Thermometer mit vier Normalinstrumenten gleichzeitig verglichen werden können. Ich habe dabei angeführt, dass eine Vergleichung der Instrumente unter dem Eispunkt mittels dieses Apparates recht wohl möglich sei und dass ich dazu Salzwasser angewendet habe, welches in einem aus denaturirtem Chlornatrium und gestossenem Eis hergestellten Kältegemisch auf —21° C. abgekühlt wurde. Dieses Verfahren hatte aber seine Uebelstände. Das Kältegemisch musste in grossen Mengen hergestellt werden; ferner erwärmte sich die abgekühlte Salzlösung beim Einbringen in den Apparat stets um einige Grade und es musste deshalb, um die Vergleichung mit der möglichst niedrigen Temperatur beginnen zu können, ein aus geschabtem Eis und reinem Chlornatrium hergestellter Brei direct in den Apparat gebracht werden. Die hierzu nöthige Menge war nicht gering und dies hatte den Uebelstand, dass sich die Salzkrystalle bald auf den Boden setzten, in das Rührwerk gerissen wurden und die Funktion desselben störten. Dennoch gelang es mir nach einiger Uebung, die Arbeit so bequem und reinlich einzurichten, dass man hätte dabei stehen bleiben können. Der Umstand jedoch, dass in Sachsen Temperaturen bis zu —34° C. beobachtet worden sind, gab mir Veranlassung, dahin zu streben, die Justirung der den meteorologischen Stationen zu übergebenden Thermometer auch bei tieferen Temperaturen als —21° bewirken zu können.

---

[1]) Allgemeine Theorie der zwei- und dreitheiligen Fernrohrobjective. Berlin 1885. S. 82. — [2]) A. a. O.

Ich machte deshalb einen Versuch mit Chlorcalcium, da ja bekannt ist, dass Mischung von 1 *kg* des krystallisirten Salzes von 0° mit 0,7 *kg* Eis die Temperatur in diesem Gemisch auf —54° sinken soll. Es handelte sich also nur darum, zu ermitteln, welche Beschaffenheit das Gemisch haben und namentlich, ob es sich eignen würde, direct in den Apparat eingebracht werden zu können. Zu diesem Zweck stellte ich mir eine grössere Menge guter Krystalle her, kühlte zunächst 2,5 *kg* derselben in einem gewöhnlichen Kältegemisch auf —16° ab und mischte das Salz mit 1,8 *kg* trockenem Schnee, der bei —2° Lufttemperatur vom Hof geholt worden war. Das Gemisch zerging sehr bald zu einer dünnflüssigen Salzlösung, in der nur wenig feste Bestandtheile zurück blieben und deren Temperatur mir durch keines der vorhandenen Thermometer zu messen möglich war. Ein bis zu —44° C. reichendes Weingeistthermometer erwies sich als nicht ausreichend. Quecksilber gefror sehr rasch in der Flüssigkeit. Bemerkenswerth war auch, dass diese niedrige Temperatur sich sehr lange erhielt, trotzdem der Versuch in geheiztem Zimmer angestellt wurde. Bei einem zweiten Versuch wurde das Salz nur auf 0° abgekühlt, es wurden aber 7 *kg* Salz auf 5 *kg* geschabtes Eis angewendet. Die Mischung wurde in einem Holzeimer hergestellt und auch hier zeigte sich das Gemisch in der grösseren Masse rasch sehr dünnflüssig. Ein Weingeistthermometer gab die Temperatur zu etwa —45° C. an. Wurde der Versuch auf dieselbe Weise angestellt, das Salz aber einfach mit der Temperatur angewendet, welche es in der Büchse hatte, die in einem Raum von etwa 10 bis 15° Temperatur stand, so ging das Weingeistthermometer auf —42° herab. Sogar als ich das Salz mit 23° C. Temperatur und in ziemlich feuchtem Zustand verwendet hatte, konnte nach Einbringen der Lösung in den Apparat die Prüfung von —34° an beginnen. Wie weit die Angaben des Weingeistthermometers von der Wahrheit abweichen, kann ich zunächst nicht angeben.

Die Manipulation bei den praktischen Vergleichungen von Quecksilberthermometern gestaltet sich so sehr einfach. Das Prüfungsgefäss hat 8 *Liter* Rauminhalt; in einer Büchse aus Zinkblech von 10 *Liter* Volumen werden zunächst 7 *kg* der möglichst klar geriebenen Krystalle abgewogen; dieselben nehmen einen Raum von 7 bis 8 *Litern* ein. Alsdann wird das Salz in einen gewöhnlichen Holzeimer geschüttet. In derselben Blechbüchse wiegt man nun knapp 5 *kg* geschabtes Eis ab, deren Raum 10 *Liter* beträgt; die Büchse wird hierdurch gerade gefüllt. Nun trägt man unter beständigem Umrühren das Eis löffelweise ein. Die Lösung entsteht sehr bald und der Holzeimer reicht bequem aus, um die ganze Menge aufzunehmen. Es empfiehlt sich, das Umrühren dann und wann einzustellen und die auf dem Boden sich rasch absetzenden Salzkrystalle zu zerdrücken. Wenn ein eingetauchtes Thermometer nicht mehr weiter sinkt, schöpft man mit einem gewöhnlichen Topf die Lösung ab, lässt dabei den aus Salzkrystallen bestehenden Bodensatz möglichst im Eimer und giesst die Flüssigkeit durch einen Trichter in den Prüfungsapparat. Wenn man die Vorsicht anwendet, dass man vorher statt mit Oel das Rührwerk durch concentrirte Salzlösung schmiert und alle etwa darin sitzenden Wassertropfen sorgfältig entfernt, erleidet das Rührwerk keine Störungen. Höchstens kommt einmal ein grösserer Krystall hinein, der sich aber durch Drehen mit der Hand oder Rückwärtsbewegung der Turbine rasch zerdrücken oder entfernen lässt. Ich habe auf diese Weise 51 Quecksilberthermometer in vier Sätzen wenigstens unter sich verglichen und konnte stets mit —35°, bei einigen sogar mit —38° beginnen. Da bei jedem Satz wenigstens ein von —30° an calibrirtes Instrument war, wird man von dieser Temperatur an von einer Prüfung reden können, darunter nur von einer Vergleichung. Sollen solche wahren Werth erhalten, so

wird man wohl ein Luftthermometer zu Hilfe nehmen müssen, da Weingeistnormale kaum mit dem genügenden Zuverlässigkeitsgrad werden hergestellt werden können. Ich glaube aber bestimmt, dass man auf diesem Wege die Prüfung bis zu —50° ohne gar zu grosse Schwierigkeiten wird erreichen können.

Die Herstellung der Salzkrystalle macht keinerlei Schwierigkeiten. Am Besten bezieht man rohes geschmolzenes Chlorcalcium, welches nach den Ermittlungen an den von mir bezogenen Proben 25% Wasser in der Glühhitze verliert. Das Kilogramm kostet 30 Pfennige. Da das krystallisirte Salz 60% Wasser enthält, giebt 1 *kg* geschmolzenes Salz ungefähr 1,5 *kg* Krystalle, mithin stellt sich der Preis des Kilogramms Krystalle auf etwa 20 Pfennige, gleich dem des reinen Kochsalzes. Man löst das geschmolzene Salz in genügend Wasser auf und filtrirt es heiss durch ein Tuch. Die Lösung dampfe ich in einem 27 *Liter* haltenden Kessel, der auf einem kleinen eisernen Ofen steht, soweit ein, bis ein gewöhnliches Aräometer in der 60° bis 70° C. warmen Flüssigkeit bis zu 1,4 einsinkt. Da diese Aräometer bei 15° C. graduirt sind, wird das specifische Gewicht der Flüssigkeit also kleiner sein. Nun wird der Kessel einfach vom Feuer genommen und in einen möglichst kühlen Raum gestellt. Kühlt er sich hierin langsam ab, so bilden sich sehr schöne Krystallmassen, von denen die Mutterlauge gut abläuft. Man erhält durch eine solche Kesselfüllung je nach der Zimmertemperatur und dem Concentrationsgrad 5 bis 10 *kg* Ausbeute. Die so erhaltenen Krystalle lassen sich mit dem Pistill einer Porcellanreibeschale leicht zerreiben und in einen Topf bringen. Sie zerfliessen äusserst leicht, müssen also vor feuchter Luft bewahrt werden. Wollte man die Krystallisation durch Einstellen des Kessels in kaltes Wasser oder Schnee beschleunigen, so würde man einen Schlamm erhalten, von dem sich die Mutterlauge schwer trennen lässt. Kocht man die Lösung zu weit ein, etwa bis zum specifischen Gewicht 1,5, so bilden sich beim Erkalten harte glasige Massen, die man kaum mit dem Meissel herausarbeiten kann. Je dünner die Mutterlauge ist und je langsamer sie abkühlt, um so schönere und brauchbarere Krystalle erhält man und hat auch die wenigste Arbeit damit, da ein schwaches Eindampfen im Winter, wo die Oefen so wie so geheizt sind, eigentlich gar keine besondere Arbeit macht. Die Hände schützt man am Besten durch Einreiben mit Vaselin. Eine bequeme Vorrichtung zum Schaben des Eises habe ich im *Jahrbuch 1886 des Königl. Sächsischen meteorologischen Institutes S. 37 der dritten Abtheilung* beschrieben und verweise hier darauf.

Chemnitz am 1. April 1888.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Der Bruhns'sche Regenmesser.

Von Dr. **Paul Schreiber** in Chemnitz.

Der Umstand, dass ich nirgends, wo von Regenmessern die Rede ist, die Bruhns'sche Construction erwähnt finde, lässt mich vermuthen, dass dieselbe wenig bekannt ist und ich glaube deshalb hier eine Beschreibung derselben geben zu sollen.

Die nach Angaben von Prof. C. Bruhns von dem Klempnermeister Weinhold in Tharand angefertigten Regenmesser sind seit 8 Jahren in einer Anzahl von etwa 120 Exemplaren in dem K. sächsischen Stationsnetz in Gebrauch. Ich habe mich während dieser Zeit von der bequemen Anwendbarkeit derselben überzeugt und kann auch constatiren, dass sie sich recht gut gehalten haben, so dass bei einigermaassen guter Behandlung im Laufe der erwähnten Zeit sich keinerlei grössere Reparaturen nöthig gemacht haben. Die Erfahrung

hat jedoch einige Abänderungen als nöthig erwiesen, welche das Princip indess in keiner Weise geändert haben.

Der Bruhns'sche Regenmesser hat folgende Einrichtung. Fig. 1 stellt einen Schnitt durch das Instrument ungefähr in $^1/_{20}$ der wirklichen Grösse dar. Die Zeichnung ist genau nach einem der zuletzt fertiggestellten Instrumente entworfen worden. Wie man daraus erkennt, besteht der Apparat aus vier Theilen: 1. dem Trichter *A*, 2. der Kanne *B*, 3. dem Umhüllungsgefäss *C* und 4. dem Gestell *D*. — Das Gestell ist aus drei kräftigen Bandeisenstäben hergestellt, deren jeder in die Form *cdf* gebogen ist. Diese drei Füsse sind an zwei Eisenringe *a* angenietet und tragen gleich unter dem untersten Ring kurze horizontal gebogene Ansätze *b*. Auf diesen ruht das Umhüllungsgefäss *C*. Man kann zur Schonung desselben die Ansätze *b* mit weichem Material umwickeln. Damit dieses Gefäss gut und sicher stehe und beim Abheben des Trichters nicht mit in die Höhe gehoben werde, sind bei *d* Stücke aus Kiefernholz angeschraubt. Das Umhüllungsgefäss *C* trägt Ansätze aus Zinkblechstreifen in Bügelform; es wird so eingestellt, dass die Riegel zwischen den Armen liegen; alsdann dreht man es so, dass sie in die passend gestalteten Einschnitte der Holzstücke eingreifen, wodurch eine feste Stellung des Gefässes erzielt wird.

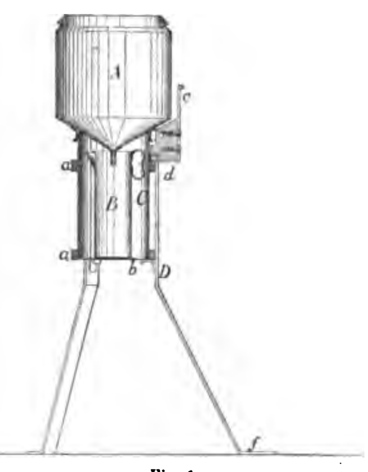


Fig. 1.

In das Umhüllungsgefäss *C* wird die zur Aufnahme des Regenwassers bestimmte Kanne *B* gestellt; auf das Gefäss *C* setzt man den Trichter *A*, der mit einem am Boden angelötheten etwas conischen Rand möglichst dicht übergreift. Alle diese Einzelheiten werden aus der Zeichnung zur Genüge zu erkennen sein.

Den Auffangsring auf dem Trichter lasse ich jetzt aus Gusseisen herstellen. Früher war derselbe aus Messing und wurde in das Zinkblechgefäss eingelöthet; dabei verzogen sich aber auch kräftige Ringe derart, dass sie alle möglichen Formen, nur keine Kreise mehr darstellten. Liess man dieselben noch kräftiger ausführen, so machten sie das Instrument unnöthig theuer, ohne dass genügende Abhilfe geschaffen werden konnte. Der Eisenring hat den Vortheil, dass er absolut starr ist; ehe er eine in Betracht zu ziehende Deformation erleidet, bricht er in Stücke. Der Schaden ist dann nicht gross, ein neuer Ring kostet kaum 50 Pfennige, während ich die Messingringe pro Stück mit mehr als 3 Mark bezahlen musste. Die praktische Ausführung hat sich folgendermaassen gestaltet. Die Trichter wurden nach einem Probering hergestellt, mithin muss jeder beliebige Ring sich gut einsetzen lassen. Wir schrauben an den einzusetzenden Ring Streifen aus Messingblech an, biegen dieselben zurecht und löthen sie dann an den oberen Rand des Trichters. Da die Ringe sich selbst gut einsetzen und schwer herausfallen, wäre eigentlich eine solche Befestigung gar nicht nöthig.

Zur Vermeidung des Rostens wird der Ring mit Eisenlack angestrichen; der Beobachter muss dann und wann den Anstrich ausbessern. Die Herstellung des geeigneten Durchmessers macht nicht allzuviel Schwierigkeiten. Wenn die passende Grösse des Modells getroffen ist, stimmen die Durchmesser der Gussstücke schon gut. Wir haben uns eine Leere aus einem Stück Bandeisen hergestellt, dessen eine Endfläche senkrecht zu den Längskanten ist, während die andere derart abgeschrägt ist, dass die eine Seitenkante eine Länge von 272 *mm*, die andere von 273 *mm* hat. Wenn die Auffangsfläche 500 *qcm* betragen soll, wird die Leere gerade bis zur Mitte sich einsetzen müssen. Findet man Ringe, durch welche die Leere geht, so werden dieselben einfach wieder eingeschmolzen; bei zu engen Ringen wird mit einer groben Feile nachgeholfen. Dadurch geht allerdings der Nutzen bald verloren, da sich bekanntlich die Feilen auf der harten sandigen Gusshaut bald abnutzen. Die Eisengiesserei von F. W. Zenker in Chemnitz hat mir indess die passend ausgefeilten

Ringe ohne jeden Preisaufschlag geliefert; ich bezahle dieselben pro 1 kg mit 30 Pfennig, wie bei jeder anderen Gusswaare. Vielleicht liesse sich bei einem grösseren Bedarf das Hartgussverfahren einführen, oder man könnte sich eine einfache Schleifmaschine herrichten. Die Erfahrungen, welche ich bis jetzt mit den Eisenringen gemacht habe, sind nur günstig gewesen.

Die zweite Aenderung, welche ich an dem Bruhns'schen Apparate angebracht habe, besteht in der schon erwähnten Art der Einstellung des Umhüllungsgefässes, welches bei dem ursprünglichen Apparate in dem oberen Ring hing, aber bei einzelnen Instrumenten leicht durchrutschte, sowie darin, dass ich das Umhüllungsgefäss grösser machen lasse. Die bei uns in Gebrauch befindlichen Regenmesser fassen nur 80 bis 90 *mm* Niederschlag; was darüber ist, läuft heraus. Wir haben aber in den letzten Jahren Regenfälle gehabt, welche in einem Tage mehr als 130 *mm* ergaben, ja Gewittergüsse von über 100 *mm* Ergiebigkeit in wenig Stunden, deren Constatirung nur der besonderen Aufmerksamkeit der Beobachter zu danken war. Die jetzigen Gefässe können je 8,5 *l* aufnehmen, was einer Regenmenge von 170 *mm* Höhe entspricht und in jedem Fall bei einiger Aufmerksamkeit der Beobachter ausreichen wird. Die Kannen haben je 2 *l* Rauminhalt, sie werden also erst durch Regenmengen von 40 *mm* Ergiebigkeit gefüllt werden. In bei Weitem den meisten Fällen werden so die Kannen ausreichen. Das Messen einer solchen Niederschlagsmenge besteht dann darin, dass man den Trichter abhebt, die Kanne herausnimmt und das Wasser in das Messglas giesst. Die Messgläser haben 0,5 *l* Inhalt, sie können folglich eine Niederschlagsmenge von 10 *mm* aufnehmen; ihre Theilung giebt Zehntelmillimeter Regenhöhe an. Bei grösseren, sehr selten auftretenden Regenmengen ist die Kanne übergelaufen; man muss dann das Umhüllungsgefäss herausnehmen, was allerdings mit einiger Umständlichkeit verknüpft ist.

Die Einrichtung des Bruhns'schen Regenmessers bietet noch weitere Vortheile. Es ist bekannt, dass die täglich ein- oder zweimal stattfindenden Messungen des Niederschlages für manche Bedürfnisse des praktischen Lebens nicht ausreichen. Zur Berechnung von Schleusen und Brückenanlagen u. s. w. kommt es hauptsächlich auf die Kenntniss der in beliebig kurzen Zeiträumen möglichen Niederschlagsmengen an. Wie es scheint, haben manche Techniker die in den meteorologischen Publikationen gegebenen 24- oder 12-stündlichen Maximalmengen durch 24 bezw. 12 dividirt und daraus die grössten stündlichen Regenmengen hergeleitet. Wenn es dann in einer Stunde ganz bedeutend grössere Niederschlagsmengen gab, als in dieser Weise herausgerechnet worden war, dann sollen, wie ich dies in einer amtlichen Publication gelesen habe, die Meteorologen falsche Zahlen geliefert haben. Ich habe deshalb allen Beobachtern sehr an das Herz gelegt, bei jedem einigermaassen ergiebigen Niederschlage so oft als möglich Messungen vorzunehmen, um für die erwähnten Fragen möglichst zuverlässiges Material sammeln zu können. Dabei war es mir aber darum zu thun, ein möglichst kurzes Messverfahren den Beobachtern empfehlen zu können. Jedenfalls ist es nicht Jedermanns Sache, bei einem starken Gewitterregen mit Hagelfall, sich im Interesse der Wissenschaft lange an den Regenmesser zu stellen. Weiter muss man dabei beachten, dass durch die partiellen Messungen leicht das Gesammtresultat in Frage gestellt wird. Ich habe daher folgende in Fig. 2 oder 3 dargestellte Einrichtung getroffen. Ein Stäbchen aus Nussbaumholz wird auf zwei Seiten folgendermaassen graduirt. Man giesst eine 10 *mm* Regenhöhe entsprechende Füllung des Messglases in die Kanne, taucht das Stäbchen ein und macht an der Grenze des benetzten Theiles einen Bleistiftstrich. Nun werden weitere Füllungen des Messglases eingegossen und die Eintauchtiefen markirt. Ist die Kanne übergelaufen, so stellt man das Stäbchen (Fig. 3) in den Raum zwischen Kanne und Wandung des Umhüllungsgefässes und fängt die Markirung auf der zweiten Seite an. Es werden weitere Füllungen des Messglases zugefügt und die Eintauchtiefen auf der zweiten Seite markirt, bis das Gefäss voll ist. Die Eintheilung habe ich meist durch Einbrennen von Löchern mit einer glühenden Stricknadel dauernd gemacht. Die Zehner markire ich bei der ersten Theilung (Kanne) durch je drei Löcher, die

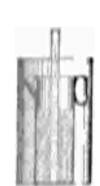


Fig. 2.

Fig. 3.

Fünfer durch je zwei Löcher, die einzelnen Millimeter durch je ein Loch. Da die Kanne bei einer Höhe von 300 *mm* 2 *l* Wasser fassen kann und diese 40 *mm* Regenhöhe entsprechen, werden hier die Theilpunkte 7 bis 8 *mm* Abstand haben. Bei der zweiten Theilung vermindert sich dieser Abstand auf 2 bis 3 *mm*. Es empfiehlt sich dann, die Theilung nur von 2 zu 2 *mm* Regenhöhe auszuführen. (Die Theilungen in der Zeichnung konnten der Kleinheit derselben wegen nicht der Wirklichkeit entsprechend ausgeführt werden.)

Ist das Stäbchen graduirt, so kann eine Messung in wenigen Augenblicken vorgenommen werden. Man hebt den Trichter ab, senkt das Stäbchen ein und liest am Rande der Benetzungsstelle die Niederschlagsmenge ab. Dieses Verfahren empfiehlt sich auch vor der genaueren Messung grösserer Niederschlagsmengen mittels des Glases, da man beim Zählen der hierbei nöthig werdenden öfteren Füllungen des Messglases sich leicht versehen kann.

Die Aufstellung des Regenmessers ist überall da leicht, wo man horizontal ebenes Terrain hat. Besser ist es, wenn drei Pfähle eingeschlagen werden, auf die man die Füsse stellt und mit Nägeln befestigt. Die Füsse sind hierzu bei *f* mit Löchern versehen.

Ich lasse die einzelnen Theile zu den Regenmessern bei hiesigen Handwerkern herstellen und dieselben werden dann in der Werkstatt des meteorologischen Instituts zusammengestellt. Ein vollständiger Apparat aus hinlänglich starkem Zinkblech, bestehend aus zwei Trichtern, zwei Kannen, zwei Umhüllungsgefässen, einem Stativ, einem Messglase und einem Messstäbchen, kostet 25 Mark.

Chemnitz am 12. Februar 1888.

Referate.

Untersuchung über die Leistungsfähigkeit eines Richard'schen Thermographen.

Von W. Friedrichs. *Repertor. für Meteorologie.* ***11.*** *No. 5.*

Diese umfangreiche Untersuchung (41 grosse Druckseiten und 2 Kurventafeln) bezieht sich auf die Beobachtungen eines verhältnissmässig kurzen Zeitraums (3 bis 5 Monate).

Der Richard'sche Thermograph[1]) war in einer Wild'schen normalen Psychrometerhütte, 3 *m* über dem Fussboden, aufgestellt und zwar auf einer Holzleiste, die das Blechgehäuse trägt, in welchem u. A. auch die zwei, das Psychrometer bildenden Thermometer angebracht sind. Mit den Ablesungen an dem „trockenen", also wesentlich abgeschlossener aufgestellten Thermometer wurden die Aufzeichnungen des Thermographen verglichen, und sie dienten auch zur Aufstellung der Reductionsformeln. Letztere gründen sich nicht unmittelbar auf die einzelnen Beobachtungen, sondern auf Gruppenmittel derselben. In Folge dieser Eigenthümlichkeit der Behandlung fällt denn auch die „mittlere Abweichung" überall auffallend klein aus, nicht über $\pm 0{,}07^\circ$, denn es ist nicht die mittlere Abweichung der Einzelbeobachtungen, sondern der Gruppenmittel.

Des Weiteren werden die Aufzeichnungen des Richard'schen Thermographen auch noch mit denen des Thermographen „Hasler" verglichen, welcher auf der Verwendung einer Platin-Silber-Spirale beruht.

---

[1]) Bekanntlich bedienen sich Gebr. Richard zur Registrirung der Temperatur einer mit Alkohol gefüllten Bourdon-Röhre, welche in den meisten Fällen selbst den zu verzeichnenden Temperaturänderungen ausgesetzt wird. Zu besonderen Zwecken wird indessen die in der Bourdon-Röhre zur Wirkung kommende Druckänderung an einer entfernteren Stelle erzeugt, indem die Röhre durch ein ganz enges Metallrohr mit einem Metallgefässe (Cylinder) in Verbindung steht und das ganze System mit Alkohol gefüllt ist.

Von der letzteren Art war ein im Jahre 1881 in *Symon's Meteorolog. Mag.* ***16.*** *S. 151,* von Bowkelt beschriebener Thermograph, so dass den Gebr. Richard die Ehre der Erfindung dieses Princips nicht zu gebühren scheint.

[illegible] wir zunächst die Schlussbe[illegible] kann als ein durchaus günstiges [illegible] der Uhr, erfordert zwar eine [illegible] derartigen Apparat, doch würde [illegible] Aufziehen der Uhr auf ein [illegible] noch der viel grössere Einfluss [illegible] einzelne Instrument ein für alle Mal [illegible]

[illegible], so konnte in Bezug auf den jähr[illegible] Resultat gewonnen werden; in den [illegible]mässig geringe gewesen, wenn man die [illegible] hiermit vergleicht. Ueberdies wäre einem [illegible] man mit wenig Mühe für kürzere Zeiträume [illegible]

[illegible] ist während des ganzen Zeitraums nahezu die[illegible] Reductionsformel konnte bei allmonatlich vor[illegible] vernachlässigt werden.

[illegible] Thermographen vor anderen gebräuchlichen [illegible] geringen Masse, wodurch er vorzüglich geeignet ist, [illegible] bei geeigneter Aufstellung rascher folgen zu können." [illegible] Grösse der Zeitskale getadelt; in der That kommen [illegible] Stunden. —

[illegible] von drei Seiten, in welchem die Ergebnisse einer ein[illegible]wöchentlichen Vergleichung des Richard'schen Thermo[illegible]", d. h. mit dem Thermographen in unmittelbare Ver[illegible]thermometer mitgetheilt werden; denn „da bei der ersten [illegible] Einflüssen, zumal der Bodenstrahlung, in viel grösserem [illegible] Quecksilberthermometer, so konnte hier ein ganz genaues [illegible] werden." Die Kugel des attachirten Thermometers befand sich [illegible] nur 1 cm entfernt.

Die Reductionsformel wurde in der früheren Weise berechnet, und dann auf jede [illegible] Vergleichungen zur Anwendung gebracht. Als die dabei übrig bleibenden Abweichungen in drei Gruppen zusammengefasst wurden (für die Tageszeit des stärksten Steigens, des Maximums, und des stärksten Fallens der Temperatur), ergaben sich folgende Durchschnittswerthe der Abweichung:

	$6^a - 11^a$	$12^h - 4^p$	$5^p - 10^p$
Quecksilber — Richard	+ 0,07°	+ 0,02°	— 0,12°
(Normal-Aufstellung — Richard	+ 0,10	+ 0,06	+ 0,18)

„Es zeigt sich hierbei im Gegensatz zum früher Gefundenen, dass der Thermograph Richard, besonders in den Abendstunden bei fallender Temperatur, träger ist als das attachirte Quecksilberthermometer, immerhin aber viel weniger von demselben abweicht als das Thermometer in der normalen Aufstellung."

Es wird nun auch die mittlere Abweichung aus den Einzel-Vergleichungen berechnet und zu ± 0,17° ermittelt (ein Werth, welcher mit der mittleren Abweichung des Thermographen Hasler übereinstimmt).

Die Kurventafeln veranschaulichen in sehr übersichtlicher Weise das Verhalten der beiden Registrirapparate zu einander. Die erste Tafel stellt die mittlere Tagesperiode dar, und zwar nach den Aufzeichnungen von je zwei Sommermonaten, und von einer Auswahl von Tagen mit grosser Amplitude. In letzterem Falle ist „Richard" dem älteren Apparate Vormittags beträchtlich voraus; die Differenz erreicht um 7 Uhr nicht weniger als 1,5°. Besonders lehrreich ist aber die zweite Tafel, mit vergleichenden Darstellungen

einzelner Kurvenstücke. Als z. B. am 7. September 1886 die Temperatur Vormittags um 16° zunahm, stand „Richard“ andauernd um etwa 2,5° höher als „Hasler“! Alle Schwankungen der Kurve treten ferner bei „Richard“ ausserordentlich viel deutlicher auf als bei „Hasler“, und im Allgemeinen eine Viertelstunde früher.

Unter den möglichen Ursachen dieser recht mangelhaften Uebereinstimmung der nahe benachbarten Registrirapparate wären aufzuführen: 1. Eine zu sehr abgeschlossene Aufstellung des Hasler'schen Thermographen; 2. eine zu freie Aufstellung des Richard'schen Thermographen; 3. principielle Verschiedenheiten in der Construction der beiden Apparate.

Was No. 1 anbetrifft, so hebt Verf. hervor, dass sich der Hasler'sche Apparat in einem Jalousiegehäuse mit festem Boden befindet, und dieses wieder in einer grösseren Jalousiehütte (wobei allerdings das Gehäuse mit einem 4 *m* langen geschwärzten Ventilatorrohre versehen ist) aber auch die Mitwirkung der zweiten Ursache hält Verf. für nicht ausgeschlossen! Was berechtigt ihn aber dann, auch noch die dritte anzunehmen und über den Richard'schen Thermographen das oben in den Schlussbemerkungen mitgetheilte ausnehmend günstige Urtheil zu fällen? Um entscheiden zu können, dass „Richard“ den Temperaturänderungen rascher folgt als „Hasler“, müsste man offenbar die aufnehmenden Theile beider Apparate in genau gleicher Weise exponiren, indem man z. B. den ganzen Thermograph Richard in das Gehäuse des anderen Apparates stellt!

Dass aber der Richard'sche Thermograph den so sehr gerühmten Vorzug[1]) wirklich nicht in dem behaupteten Grade besitzt, ersieht man zunächst schon aus der oben mitgetheilten Vergleichung mit dem attachirten Quecksilberthermometer, zumal wenn man bedenkt, dass ja letzteres selbst den Aenderungen der Lufttemperatur nur sehr unvollkommen folgt. (Bringt man z. B. ein feines Quecksilberthermometer plötzlich in einen Raum von einer um etwa 10° niedrigeren Temperatur, so vergehen ungefähr 12 Minuten, ehe es die neue Temperatur gänzlich angenommen hat.)

Ferner sei es mir gestattet, auf meine Versuche mit der Dichtigkeitswaage zu verweisen (im laufenden Bande dieser Zeitschr. Seite 26). Bei diesen Versuchen bediente ich mich des Archimedischen Principes zur Registrirung der Dichtigkeits-Aenderungen der umgebenden Luft, welche durch das Oeffnen und Schliessen der Fenster eines geheizten Zimmers hervorgerufen wurden. Da hierbei der die Temperaturbestimmung vermittelnde Körper (ein Glasballon von 1700 *ccm* Inhalt und 140 *g* Gewicht) die Temperatur des Mediums nicht anzunehmen braucht, so dürfte ein Nachhinken der Angaben gänzlich ausgeschlossen sein. In der That begann die erwartete Bewegung der Schreibfeder spätestens eine halbe Minute nach dem Oeffnen der Fenster, und der Rückgang derselben etwa 1 Minute nach dem Schliessen derselben. Die entsprechenden Bewegungen der Feder des Richard'schen Thermographen setzten erst beziehungsweise ungefähr eine halbe Minute und 4 Minuten später ein.

Es ist ja auch ganz begreiflich, dass sich — bei der geringen specifischen Masse und Wärme des umgebenden Mediums — die vollkommene Durchwärmung der Bourdon-Röhre und des Alkohols, welcher doch im Vergleich zu den Metallen nur ein geringes Wärmeleitungsvermögen besitzt, nicht momentan vollziehen kann. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird die Durchwärmung bei einer blossen Metallspirale von entsprechender Grösse weit schneller vollendet sein, und deshalb bin ich der Ansicht, dass sich letztere zur Aufzeichnung kurzer Temperaturschwankungen besser eignen dürfte als die mit Alkohol gefüllte Bourdon-Röhre (wenn auch die vom Verf. mitgetheilten Curven das Gegentheil zu beweisen scheinen). Umgekehrt verhält es sich indessen mit der Einwirkung der Temperatur auf die Form der betreffenden Vorrichtung. Diese unterliegt bei der Metallspirale der unter dem Namen „Thermische Nachwirkung“ bekannten Verzögerung; bei dem Alkohol giebt es indessen keine thermische Nachwirkung, und die Kraft, mit welcher sich derselbe bei der Erwärmung ausdehnt, ist offenbar unendlich gross gegen die entgegenwirkenden

[1]) Man vergl. auch das Referat von Hann in der Meteorologischen Zeitschr. 1888 S. [25]. (März-Heft.)

Kräfte der thermischen Nachwirkung der metallischen Hülle. Hierin scheint mir hauptsächlich die grössere Sicherheit dieses Systems zu beruhen, und nicht nur, wie Prof. Hann meint, in der Steifheit und Einfachheit desselben. Langsamen und anhaltenden Temperaturänderungen wird deshalb das Richard'sche Alkohol-Rohr in seinen Formänderungen nahezu folgen und dabei nicht so grosse Nachwirkungen zeigen, wie die Aneroïdbarometer bei den Aenderungen des Luftdruckes; bei den Metallspiral-Thermometern werden dagegen diese Nachwirkungen in beträchtlichem Grade auftreten, und es giebt offenbar durchaus kein Mittel, dieselben unschädlich zu machen.

Wohl aber ist es möglich, die mangelhafte Uebertragung der Wärme von der Luft auf die Alkohol-Bourdon-Röhre zu befördern, indem man die mit der letzteren in Berührung kommende Luftmenge vermehrt, also — kurz gesagt — das neuerdings von Dr. R. Assmann eingeführte Princip des Aspirationsthermometers[1]) auf den Richard'schen Thermographen in Anwendung bringt. Die Bourdon-Röhre muss natürlich eine dementsprechende Form erhalten und wo möglich noch wesentlich verkleinert werden, so dass der ganze Apparat eine Art Taschenformat gewinnt; zur Entzifferung der Aufzeichnungen könnten erforderlichen Falles Vergrösserungsapparate in Anwendung kommen.

Ganz besonders denke ich bei diesem Vorschlage an die Bedürfnisse der Luftschifffahrt; aber auch an meteorologischen Observatorien wird man sich ähnlicher Hilfsmittel bedienen müssen, damit sich in Zukunft die Aufzeichnungen der Thermographen nicht mehr darauf beschränken, uns von dem wirklichen Gange der Lufttemperatur nur ein allgemeines und in den Einzelheiten vielfach verwischtes und entstelltes Bild zu gewähren.

Dr. A. Sprung.

Ueber die zur Wahrung der Bildschärfe nöthige Einstellungsgenauigkeit.

Von Lord Rayleigh *Phil. Mag. V. 20. S. 354.*

In seinen 1879 und 1880 erschienenen optischen Untersuchungen („*Investigations in Optics*“) hatte Verf. den Einfluss einer Abweichung der Wellenfläche von der genauen Kugelgestalt auf die Qualität des von ihr hervorgebrachten Bildes discutirt. Er stützt sich dort auf den Grundsatz, dass ein optisches Bild noch als gut angesehen werde, solange die Phasendifferenz der nach ihm convergirenden Elementarwellen kleiner als eine halbe Wellenlänge ist. Auf diese Weise hatte er u. A. gefunden, dass die sphärische Aberration einer einfachen Planconvexlinse für parallel einfallende Strahlen zu vernachlässigen sei, wenn die vierte Potenz ihrer angularen Halböffnung kleiner als der Quotient der Brennweite in die Wellenlänge des angewandten Lichtes ist, $\alpha^4 < \lambda/f$, z. B. bei einer Linse von 1 *m* Brennweite, wenn dieselbe höchstens 55 *mm* Oeffnung hat.

Denselben Grundsatz will Verf. auf die Frage der Einstellungsgenauigkeit anwenden. Zwischen der Brennweite einer Convexlinse, deren Dicke $= t$, deren Halböffnung bis zum scharfen Rande $= y$ und deren Brechungsindex $= \mu$ ist; ergiebt sich leicht die Beziehung

$$(\mu - 1)\, t = \frac{1}{2}\frac{y^2}{f^2} f = \frac{1}{2}\frac{y^2}{f}$$

bis auf Glieder, die höhere Potenzen von y/f als die zweite enthalten. In diesem Brennpunkt kommen die Wellen sämmtlich mit nahezu gleicher Phase an. Der Bildort für eine andere Wellenlänge, deren Brechungsindex im Glase der Linse um $\delta\mu$ von dem vorher betrachteten abweicht, liegt um eine Strecke δf von dem anderen ab, welche sich durch Variation der obigen Gleichung ergiebt:

$$\delta\mu \, . \, t = -\frac{1}{2}\frac{y^2}{f^2}\delta f \; .$$

In diesem neuen Focus kommen Strahlen der zweitens betrachteten Wellenlänge wieder mit untereinander gleicher Phase an. Es fragt sich, wie gross deren Phasendifferenz im ersten

[1]) Sitzber. der K. Pr. Akademie d. W., Sitzung vom 17. Nov. 1887.

Focus ist und wie weit man den einen Focus von dem andern sicher zu unterscheiden im Stande ist. Jene Phasendifferenz ist aber offenbar gerade die Grösse

$$\delta\mu \, . \, t \quad \text{oder} \quad -\frac{1}{2}\frac{y^2}{f^2}\delta f.$$

Wenn diese $< {}^1/_2\lambda$ ist, so wird im ersten Focus auch die andere Farbe noch ein anscheinend deutliches Bild geben, also kein chromatischer Defect bemerklich sein. Umgekehrt werden Beträge von δf, die grösser sind als die aus obiger Ungleichung bestimmten, zu bemerkbarer Unschärfe der Bilder Anlass geben und sind daher leicht zu vermeiden. Durch die Beziehung:

$$\delta f < \frac{f^2}{y^2}\lambda$$

ist daher sowohl die Einstellungsgenauigkeit für je eine Farbe, als auch das „Auflösungsvermögen" einer unachromatischen Linse für verschiedene Farben bestimmt.

Was das Letztere betrifft, so ergiebt es sich hiernach als von derselben Grösse wie das eines gleich dicken Prismas. Rein theoretisch betrachtet liesse sich also die Dispersion einer Glasart ebenso genau durch Einstellung auf die verschiedenen Brennpunkte einer aus diesem Glase geschliffenen einfachen Linse ermitteln wie durch Beobachtungen mit dem Prisma. Praktisch bietet aber natürlich das Letztere wesentliche Vorzüge.

Der Verf. konnte die oben gefundene Einstellungsgenauigkeit für ein und dieselbe Farbe durch Versuche bestätigen. Er stellte weitere Versuche an, in der Absicht, diese Genauigkeit zu erhöhen; er liess vor der Linse einen Schirm mit einem Spalt, der eine Breite von etwa einem Viertel der Linsenöffnung hatte, langsam hin und herpendeln, so dass nach einander die verschiedenen Theile der Linsenöffnung in Wirksamkeit gesetzt wurden. Ist das System frei von sphärischer Aberration und hat man ganz genau eingestellt, so muss das Bild irgend eines entfernten Lichtpunkts während des Pendelns ruhig stehn bleiben. Ist eine von diesen beiden Bedingungen nicht erfüllt, so führt das Bild scheinbar kleine Schwingungen aus. Die Methode gab aber keine besseren Resultate als die gewöhnliche Einstellung. Bei Anwendung nicht monochromatischen Lichts tritt die chromatische Differenz der sphärischen Aberration mit in die Erscheinung. *Cz.*

Mikrometer nach Tupman.

The Observatory. 1888. S. 58.

In der Londoner *Royal Astronomical Society* berichtete Oberst Tupman über ein von ihm seit mehreren Jahren mit gutem Erfolg benutztes Mikrometer, dem allerdings ein besonders neuer Gedanke nicht zu Grunde liegt. Zur Herstellung desselben bricht man nach Tupman's Vorschlag vom Ende einer Uhrfeder etwa 12 Stücke ab, sucht unter ihnen durch Aneinanderhalten ihrer Kanten zwei vollkommen gerade aus und schraubt sie rechtwinklig zu einander auf dem Mikrometerrahmen fest. Das ganze Mikrometer wird auf dem Positionskreis eines Aequatoreals befestigt. Hierauf lässt man einen Stern in der Nähe des Aequators mehrmals an der einen Lamelle entlang laufen und bestimmt hierfür die Stellung des Positionskreises etwa auf eine Bogenminute genau. Dreht man dann den Positionskreis um 45°, so hat das Mikrometer die ihm für die Beobachtungen zukommende Lage. Wegen der Biegung der Declinationsaxe und aus anderen, ähnlichen Gründen wird jedoch nicht in allen Lagen des Fernrohres die Einstellung des Positionskreises für die Bewegung eines Sternes längs der einen Lamelle dieselbe sein. Man bestimmt daher diese Ablesung am Besten immer von Neuem, indem man den Vergleichsstern erst einige Male parallel zur einen Lamelle durch das Gesichtsfeld hindurchgehen lässt und dann den Positionskreis um 45° dreht.

Um mit Hilfe dieses Mikrometers den Rectascensions- und Declinationsunterschied zweier Sterne zu finden, beobachtet man für jeden derselben die vier Momente seines Ein- und Austrittes an beiden Streifen; dann entspricht das Mittel dieser vier Beobachtungszeiten der Stellung des Sternes auf der senkrecht zu seiner Bewegung stehenden Halbi-

rungslinie des Mikrometerkreuzes und der Rectascensionsunterschied der beiden Sterne ist gleich der Differenz dieser beiden Zeiten. Den Declinationsunterschied findet man aus der Durchgangsdauer der beiden Sterne durch das Lamellenkreuz. Je nachdem dieselben auf der gleichen oder auf verschiedenen Seiten vom Mittelpunkt des Kreuzes hindurchgehen, ergiebt sich die halbe Differenz oder Summe der beiden Zeitintervalle als der gesuchte Declinationsunterschied ausgedrückt in Zeitsecunden, die man nur noch in Bogenmaass zu verwandeln hat.

Der Vorzug dieses Mikrometers vor dem Ringmikrometer besteht nach Tupman zunächst in der einfacheren Reduction der Beobachtungen und dann darin, dass man den Ring durch ein nicht vollkommen achromatisches Ocular unscharf sieht, während bei dem Tupman'schen Mikrometer die Axen senkrecht zu den farbigen Zerstreuungskreisen stehen und daher scharf sichtbar sind. In Greenwich ist ein solches Mikrometer zu Kometenbeobachtungen seit Jahren in Gebrauch. Dasselbe besitzt für die Orientirung des Lamellenkreuzes noch einen unter 45° gegen die Axen geneigten Faden, auf welchem man den zur Einstellung des Positionskreises dienenden Stern entlang laufen lässt. Christie hält dasselbe dem Kreismikrometer für überlegen; seine besonders in der etwaigen Ungenauigkeit der Axenwinkel und in der leicht vorkommenden Unrichtigkeit der Einstellung des Positionskreises bestehenden Mängel sind jedoch unverkennbar, ganz abgesehen davon, dass die Anwendung des Kreismikrometers nicht auf Aequatoreale beschränkt ist. *Kn.*

Bestimmung des inneren Durchmessers des Glasrohrs eines Quecksilberbarometers.

Von Prof. Dr. W. Jordan. *Zeitschr. f. Vermessungswesen. 17. S. 187.*

(Vom Verfasser mitgetheilt.)

Zur Ermittelung der Capillardepression eines Quecksilberbarometers braucht man den inneren Röhrendurchmesser, der sich aber bei fertigen Instrumenten nicht unmittelbar messen lässt, weil der innere Durchmesser, von aussen gesehen, durch Strahlenbrechung der Glaswand zu gross erscheint, so dass bei dünnwandigen Röhren überhaupt kein innerer Durchmesser zu sehen ist, sondern die ganze Hülle mit Quecksilber ausgefüllt zu sein scheint.

Nach einer Mittheilung in dieser Zeitschr. 1886, S. 106, (nach Lépinay, *Journal de Phys. II, 4, S. 35*), kann man die scheinbare Vergrösserung des inneren Durchmessers oder Halbmessers eines Barometerrohres durch Lichtbrechung theoretisch verfolgen. In Fig. 1 ist O der Mittelpunkt des Rohres, C der Visirpunkt und MJC der Weg desjenigen Lichtstrahles, welcher die Quecksilbersäule in M tangirt und in J nach C hin gebrochen wird. Der äussere Röhrenhalbmesser sei $= R$ und der innere Halbmesser $= \rho$. Im Abstande D vom Mittelpunkt sieht man beide Halbmesser scheinbar $= \varphi'$ und φ (in Winkelmaass). Wenn μ der Brechungscoefficient des Glases ist, so hat man, nach Andeutung von Fig. 1 folgende Gleichungen:

$$\rho = R \sin\alpha, \quad \sin\beta = \mu \sin\alpha, \quad \frac{R}{\sin\varphi}\sin\beta = D = \frac{R}{\sin\varphi'}.$$

Hieraus folgt:

Fig. 1.

$$1) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \rho = \frac{R}{\mu}\frac{\sin\varphi}{\sin\varphi'}.$$

Wenn der Abstand D einigermaassen gross ist, also die Winkel φ und φ' klein sind, so kann man auch schreiben, zugleich mit $\mu = 1{,}5$:

$$2) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad r = \frac{R}{\mu}\frac{\varphi}{\varphi'} = \frac{2}{3}R\frac{\varphi}{\varphi'},$$

und dabei können φ und φ' selbst auch linear, geradezu an einem quergehaltenen Millimetermaassstabe abgelesen sein.

Diese ganze Betrachtung gilt nur, wenn φ kleiner als φ' ist, d. h. wenn man einen inneren Durchmesser überhaupt noch sieht; bei dünnwandigen Röhren ist dieses nicht mehr der Fall, das Rohr scheint dann ganz bis an die äusserste Hülle aus Quecksilber zu bestehen.

Wir betrachten den Grenzfall mit $\varphi = \varphi'$; dann wird nach 2):

3) . . . . $r = \frac{2}{3} R$ (Grenzfall),

und wenn der Quecksilberrand sich von dem Rohre nicht mehr abhebt, so ist also nach 3):

4) . . . . $\rho > \frac{2}{3} R$,

d. h. in diesem Falle ist die innere Dicke mindestens gleich zwei Dritteln der äusseren Dicke oder die Wandstärke höchstens gleich einem Drittel des äusseren Halbmessers.

In diesem Falle empfiehlt Lépinay, man soll um das mit Quecksilber gefüllte Rohr ein zweites Glasrohr bringen und den Zwischenraum mit Wasser füllen.

Statt dessen haben wir ein einfacheres, durch Fig. 2 erläutertes Verfahren gefunden, welches darin besteht, dass man die Kuppe schief von oben her betrachtet, und ein entsprechendes Maass h in der Verticalen misst. Ist der Winkel, den die Sehrichtung mit der Verticalen macht $= \alpha$, so hat man:

5) . . . . $d = h \operatorname{tang} \alpha$.

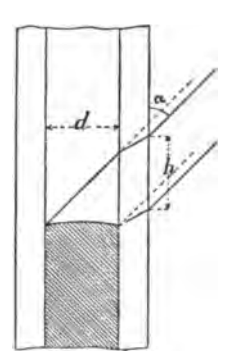


Fig. 2.

Um den Winkel α constant zu erhalten und zu bestimmen, kann man eine ganz einfache Zielvorrichtung anbringen, und das Maass h haben wir einfach an der Schiebevorrichtung mit Nonius abgelesen, den man zum gewöhnlichen Einstellen und Ablesen ohnehin braucht.

Als Beispiel einer solchen Bestimmung geben wir von unserem Hannover'schen Standbarometer 10 Ablesungen unter $\alpha = 45°$:

	Millimeter.		
	764,9	758,4	6,5
	764,9	758,1	6,8
	765,1	758,3	6,8
	765,1	758,4	6,7
	764,8	758,3	6,5
	764,9	758,4	6,5
	764,8	758,2	6,6
	765,0	758,3	6,7
	764,8	758,2	6,6
	764,9	758,2	6,7
Mittel	764,92	758,28	6,64

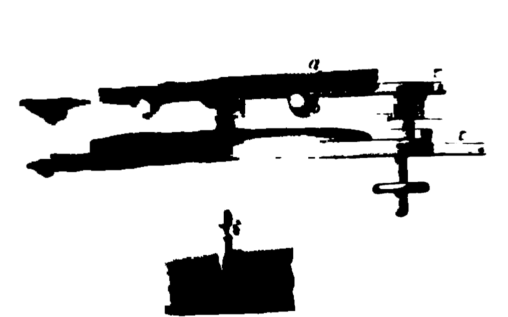
Hiernach ist der innere Durchmesser = 6,64 mm.

Toepler's Vorlesungsapparat zur Statik und Dynamik starrer Körper.

Von Dr. R. Hennig. *Zeitschr. f. d. physik. und chem. Unterricht. 1. S. 137.*

Wie Prof. A. Toepler in einer Vorbemerkung zu obiger Abhandlung mittheilt, ist der Apparat, welchen er schon seit Jahren zu seinen Vorlesungen benutzt, aus dem Wunsche entstanden, „in der experimentellen Behandlung einzelner Abschnitte der Elementarmechanik weiter gehen zu können, als es mit Parallelogrammmaschine, Hebelmodell, schiefer Ebene, Fallmaschine und Pendel zu geschehen pflegt, und hierzu ein einziges, möglichst bequemes Hilfsmittel zu besitzen."

… Wesentlichen aus einer [illegible] Kreisscheibe … en abgeschliffen ist und die [illegible] genau gleich grossen Kreisfläche aus Hartbronze, auf einer gleichfalls eben angeschliffenen horizontalen Unterlagsplatte d e d ruht. [illegible] nur sehr wenig Reibungswiderstand auf dieser Unterlagsplatte [illegible] beweglich ist wie etwa ein schwimmender Körper auf einer Flüssigkeitsoberfläche. Die Unterlagsplatte, welche gleichfalls aus Gusseisen hergestellt ist und aus zwei durch Schrauben verbundenen concentrischen Theilen … tig eben abgeschliffen ist, muss mittels einer feinen Libelle … den, damit die Scheibe der [illegible] Einwirkung der Schwer- … Oberfläche der beweglichen Scheibe sind conische Löcher an- … wichte gespannte Fäden befestigt werden können, welche die … Kräfte darstellen. Die Befestigung geschieht mittels kleiner … en verjüngten Hals des Stöpsels wird der Faden k mit einer … Leitrolle h und Gewicht gespannt. Für das Centrum der Guss- … eiter, etwas grösserer Stöpsel vorhanden. — In den Rand der … zwei rechteckige Rillen eingedreht, in welche mittels hervor- … belastete Fädchen eingelegt werden können, die dann auf … momente ausüben. Die Mitte der Scheibe ist durchbohrt; durch … stift f in eine correspondirende Oeffnung e der Unterlags- … dass die Scheibe nur noch Drehbewegungen um ihren Mittel- … zweiter Punkt kann durch eine an die Unterlagsplatte ange- … vorragendes Ende mit einem Stift in ein Loch der Scheibe … nunmehr starre Verbindung der beweglichen Scheibe mit … Diese starre Verbindung lässt sich auch ohne Benutzung … einer zweiten derartigen Klammer herstellen. Die Unter- … artigen Umrandung c versehen, welche die Bewegung der … Zwischenraum zwischen Scheibe und Platte bequem zu- … der Umrandung trägt eine von 5 zu 5 Graden fort- … untere Ende läuft in einen horizontalen Flantsch d aus, … die belasteten Fäden durch Schraubzwingen g befestigt … mittels verticaler und horizontaler Verlängerungsstangen … horizontalen Abstande vom Apparate anbringen. … endlich mittels dreier in den Randtheil eingefügter … Tisch oder Stativ genau horizontal stellen. Zu dem … ahl von Nebenbestandtheilen zur Ausführung der ver-



… Beispiele, in welcher Weise der Apparat zu Experi- … darauf nicht näher eingegangen werden.

… Prof. Toepler's Angabe von dem Mechaniker des Poly- … ausgeführt. *W.*

… der Zusammensetzung von zwei und mehreren … stetiger Aenderung des Gangunterschiedes.

… *f. d. physik. und chem. Unterricht.* 1. *S.* 98.

… Naturforscherversammlung vorgeführte Apparat … Modification des vom Verf. früher (*Müller-Pouillet,*

Lehrbuch der Physik. 9. Aufl. 1. S. 655 u. 811) beschriebenen. — Der Apparat besteht aus einem Holzgestell mit verticaler, schwarz gefärbter Rückwand, vor welcher 49 Holzstäbchen mit quadratischem Querschnitt in verticaler Lage nahe an einander stehend auf und ab bewegt werden können. In der Anfangslage stehen die unteren Kanten dieser Stäbchen alle auf einer horizontalen Leiste auf, über welche sie nach vorn um die halbe Stärke hervorragen. Die oberen Enden der Stäbchen tragen weisse Knöpfe, welche bei derselben Lage eine doppelte Sinuswelle darstellen. Die Führung der Stäbchen ist durch ebenso viel verticale Schlitze in der Rückwand bewerkstelligt, in welche von jedem Stäbchen zwei Metallstifte hineinragen, die durch Schraubenmuttern an der Hinterseite vor dem Hervorfallen gesichert sind. Die Vorderseite der Stäbchen ist im oberen Theile geschwärzt; im mittleren Theile sind mehrere Curven aufgetragen und durch Färbung der dazwischen liegenden Flächen weithin sichtbar gemacht; gegen das untere Ende bezeichnet eine rothgefärbte Punktreihe eine Welle geringerer Wellenlänge. Um die Zusammensetzung der Wellensysteme zu bewerkstelligen, wird dann eine der sieben dem Apparate beigegebenen Wellenschablonen aus Holz unter den Stäben eingeschoben und durch Hin- und Herziehen derselben der gewünschte Gangunterschied hervorgebracht. Eine gerade weisse Linie gestattet endlich die Entstehung einer Transversalwelle durch Einschieben einer Holzschablone zu demonstriren. Die Wellenschablonen sind theils weiss, theils roth, gelb oder orangefarbig bemalt und entsprechen Wellensystemen von verschiedener Wellenlänge und Amplitude.

W.

Neu erschienene Bücher.

Les intégraphes. Par Br. Abdank-Abakanowicz. Paris 1886. Gauthier-Villars.

Das vorliegende Werk, die zweite und vermehrte Auflage eines vom Verf. im Jahre 1880 unter dem Titel *Intégrateur* veröffentlichten Schriftchens, darf das volle Interesse sowohl des Mathematikers wie auch des Kinematikers in Anspruch nehmen, denn es enthält neben einer sehr klar und leicht fasslich gehaltenen Entwickelung des Zusammenhanges zwischen der Differential- und Integralcurve eine in derselben Weise dargestellte kinematisch-synthetische Entwickelung einer grossen Zahl von Integratoren — oder nach des Verfassers Vorschlag „Integraphen“ — deren Mehrzahl von dem Verfasser angegeben ist.

Wir werden am Besten zu einer Uebersicht über den Inhalt des Werkes und einer Beurtheilung desselben gelangen, wenn wir der Disposition des Verfassers folgen. Derselbe beschäftigt sich zuerst mit der Integralcurve und ihrer Erzeugung aus einer gegebenen Curve (Differentialcurve). Ist

$$y = f(x)$$

die Gleichung einer gegebenen Curve und setzt man $y = {}^{dY}\!/_{dx}$, so folgt

$$Y = \int f(x)\,dx + C$$

als die Gleichung der Integralcurve. Hat man das Coordinatensystem so gelegt, dass die gegebene Differentialcurve durch den Nullpunkt geht, so ist C die dem Werthe $x = 0$ entsprechende Ordinate der Integralcurve. Die Ordinate Y_1 der Integralcurve, welche einem bestimmten Werthe x_1 entspricht, giebt durch ihre Länge den Inhalt des Flächenstückes an, welches durch die x-Axe des Coordinatensystems, die Differentialcurve und die dem Werthe x_1 entsprechende Ordinate y_1 der Differentialcurve umgrenzt wird. Zur Erzeugung der Integralcurve aus der gegebenen Differentialcurve gelangt man auf folgendem Wege.

Indem man die Gleichung der Integralcurve differenzirt, erhält man

$$\frac{dY}{dx} = f(x) = \tan\varphi,$$

wo φ den Winkel bedeutet, welchen die an die Integralcurve gezogene Tangente mit der x-Axe bildet.

Da nun aber auch $$y = f(x) = \tan\varphi$$

ist, so erhält man eine Parallele zu der Tangente, wenn man vom Fusspunkte der Ordinate y

der Differentialcurve nach rückwärts die Einheit abträgt und den Anfangspunkt dieser mit dem oberen Endpunkte der Ordinate y verbindet. Diese Parallele wird vom Verfasser die Directrix genannt. Die Integralcurve ist nunmehr so zu construiren bezw. mit Hilfe des Integraphen so zu ziehen, dass ihre Elemente, d. h. die durch diese gezogenen Tangenten den verschiedenen Lagen parallel sind, welche die Directrix gegen das Coordinatensystem einnehmen wird, wenn sie dem Laufe der Differentialcurve folgt.

Mathematisch interessant ist der Zusammenhang zwischen der Differentialcurve und Integralcurve, welcher auf diese Weise im Bilde vor die Augen geführt wird. Beispielsweise entspricht einem relativen oder absoluten Maximum oder Minimum der Differentialcurve ein Wendepunkt in der Integralcurve, umgekehrt einem Maximum oder Minimum in der Integralcurve ein Wendepunkt in der Differentialcurve.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Herstellung eines Apparates, mit dessen Hilfe zu einer gegebenen Differentialcurve die zugehörige Integralcurve verzeichnet werden kann, entgegenstellen, sind keine geringen. Um so mehr ist es anzuerkennen, dass der Verfasser diese Schwierigkeiten in einer dem gegenwärtigen Stande der kinematischen Synthese (Vergl. *Reuleaux*, *Theoretische Kinematik S. 536*) entsprechenden Weise überwunden hat. Es lassen sich mehrere Aufgaben unterscheiden.

Zunächst muss ein Punkt der Directrix auf der Differentialcurve in der Weise geführt werden, dass derselbe auf einer an der Verschiebung im Sinne der positiven x-Axe theilnehmenden Ordinate gleitet, wobei die Directrix ihrer Erstreckung nach beständig durch einen Punkt geht, welcher fest mit der verschiebbaren Ordinate verbunden und vom Fusspunkte der letzteren um die Maasseinheit entfernt ist. Diese Aufgabe wird gelöst (*Reulaux, a. a. O., S. 322*) durch die einfach geschränkte Winkelschleifenkette (Conchoiden-Mechanismus).

Sodann muss die Ebene desjenigen Gliedes, welches die Integralcurve beschreibt (der Verf. benutzt hierzu ausschliesslich entweder eine Rolle oder ein Rollenpaar) so geführt werden, dass sie sich beständig parallel zur Directrix einstellt, d. h. dass sie sich in der Richtung der Tangente an die Integralcurve fortbewegt. Zur Lösung dieser Aufgabe werden Parallelführungen angewendet, welche jedoch die Eigenschaft haben müssen, dass die von ihnen beschriebenen oder die in ihnen vorhandenen Parallelen (die Directrix und die Tangente der Integralcurve) ihren Abstand ändern können, ohne den Parallelismus einzubüssen. Verf. führt mehrere solcher theilweise neuer Parallelführungen vor, so eine Räderparallelführung, welche von Boys herrührt, eine vom Verfasser angegebene Schienenparallelführung mit beweglichem, auf Rollen gelagertem Gliede (einfaches Parallellineal) von Napoli zur Construction eines Integraphen benutzt, ferner eine von demselben angegebene Wickelungsparallelführung, sowie endlich eine Schnurparallelführung, welche dem bekannten Räderknie nachgebildet ist. Die Möglichkeit der Verwendung des gewöhnlichen Räderknies und des doppelten Parallellineals scheint der Verfasser nicht ins Auge gefasst zu haben. Vielleicht sind die letzteren beiden von ihm auch nicht für zweckmässig erachtet worden.

Die Verbindung der beiden kinematischen Ketten (Winkelschleifenkette und Parallelführungskette) hat nun so zu geschehen, dass der zur ersteren gehörige Fahrstift, welcher die Differentialcurve beschreibt, und die von der Parallelführung getragene Rolle, welche die Integralcurve durchläuft, in ein und derselben verschiebbaren Ordinate gelegen sind. Diese Anordnung ist durch zweckentsprechende Ausbildung des Steggliedes der Winkelschleifenkette erreicht worden.

Denkt man sich den ganzen Apparat jetzt so eingestellt, dass der Fahrstift der Directrix auf dem oberen Endpunkt der ersten Ordinate der Differentialcurve steht, so nimmt die Rolle, welche die Integralcurve beschreibt, eine zur Directrix parallele Lage ein und wird dieselbe solange beibehalten, als die Directrix ihre Lage gegen das Coordinatensystem nicht ändert. Wäre z. B. die Differentialcurve eine zur x-Axe parallele Gerade ($y = a$) so ändert die Directrix ihre Lage nicht, bildet aber einen Winkel mit der

x-Axe; es muss also auch die Ebene der Rolle beständig unter diesem Winkel gegen die x-Axe geneigt sein, d. h. die Rolle beschreibt, unter der Voraussetzung, dass sie sich nur in ihrer eigenen Ebene fortbewegt, also nicht seitwärts gleiten kann, eine schräg nach oben gerichtete Gerade ($y = ax + b$), deren einzelne Ordinaten nach Bestimmung der Constante b, bezw. den Inhalt der vom Apparate überfahrenen Rechtecke angeben.

Damit die Rolle sich nur in ihrer eigenen Ebene fortbewegt, muss die Reibung zwischen ihr und ihrer Unterlage (Papier auf einem Reissbrette) so gross sein, dass hiergegen die Componenten der Kraft, welche die Verschiebung des Apparates bewirkt, sehr klein ausfallen. Dies wird dadurch erreicht, dass einmal die Rolle in eine feine, etwas abgerundete Schärfe ausläuft, und dass sie ferner durch ein Gewicht beschwert ist. Die Rolle als kinematisches Element aufgefasst bildet sich also, indem sie sich in das Papier eindrückt, selbst ihr Partner-Element.

Verf. hat den im Vorstehenden auszugsweise wiedergegebenen Gedankengang sehr ausführlich entwickelt; er begnügt sich auch nicht damit, irgend eine bestimmte Aufstellungsart des Mechanismus beizubehalten, sondern prüft in strenger Befolgung der kinematischen Principien alle möglichen Aufstellungsarten, welche der Apparat zulässt (6 an der Zahl), genau auf ihre Verwendungsfähigkeit. Indem er ferner die Ebene nur als einen Cylinder mit unendlich grossem Durchmesser betrachtet, kommt er auch dazu, die Oberfläche, auf welcher die Differentialcurve verzeichnet ist und die auch zur Aufnahme der Integralcurve dienen soll, cylindrisch zu gestalten; indem er hierbei den Cylinder in Umdrehung versetzt, d. h. also das Coordinatensystem unter dem Fahrstift der Directrix und der Schreibrolle fortbewegt, kann er an der Grösse des zurückgelegten Weges der Cylinderoberfläche sofort die Länge der Ordinaten der Integralcurve erkennen. Wird also mit der Axe des Cylinders ein Theilkreis verbunden und am Gestell etwa ein Nonius angebracht, so genügt für die Ausführung irgend einer Quadratur, dass man, indem man den Fahrstift der Directrix auf der Differentialcurve führt, die Umdrehungen des Cylinders zählt und mit den vorher bestimmten Constanten des Apparates multiplicirt.

Zahlreiche Veränderungen und Combinationen der Theile verschiedener Apparate untereinander zeigen, dass der Verf. von dem anerkennenswerthen Bestreben geleitet war, die möglichst beste Form des Integraphen aufzufinden.

So gross die Anzahl der vorgeführten Apparate auch ist, sie wird noch übertroffen durch die verschiedenen Arten der Verwendungsfähigkeit jedes einzelnen derselben. Hierauf weiter einzugehen würde den Rahmen einer Besprechung weit überschreiten. Erwähnt sei, dass der Verf. 13 verschiedene Anwendungsarten des Integraphen aufzählt, wovon nur angeführt werden sollen: die Auflösung von numerischen Gleichungen wie auch von Differentialgleichungen, die Aufsuchung von Trägheitsmomenten, Ermittelungen von Schwerpunkten, verschiedene Probleme der Festigkeitslehre und Gewölbetheorie u. s. w. Das Anwendungsgebiet der Integraphen lässt sich wahrscheinlich, wenn man besondere Ziele ins Auge fasst, noch bedeutend erweitern.

Alles in Allem genommen, hat man es hier mit einem Werke zu thun, welches ebensowohl den Ernst der wissenschaftlichen Forschung erkennen lässt, als die im wissenschaftlich-kinematischen Sinn geschehene Uebertragung der Ergebnisse dieser auf die Ausbildung der machinalen Gebilde selbst. Beides gereicht dem Verf. zur Anerkennung, und es ist zu hoffen, dass sowohl die Abhandlung des Verfassers, wie auch seine Integraphen weite Verbreitung finden werden. *Hartmann.*

J. Hauschinger, Ueber die Biegung von Meridianfernrohren. München. M. 2,00.

D. Carhart, Treatise on plane surveying. Boston. M. 10,00.

E. Caspari, Cours d'astronomie pratique. Partie I. Théorie des instruments. Paris. M. 7,80.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 17. April 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. Rohrbeck sprach über störende Einflüsse auf das Verhalten von Wärmeapparaten für Temperaturen unter 100°. Es gelingt im Allgemeinen leicht, mit guten Regulatoren Temperaturen nahezu constant zu halten und die durch Luftdruckschwankungen verursachten Temperaturdifferenzen zu beseitigen. Es ist aber schwierig, eine überall gleich hohe Temperatur im Thermostaten zu erzielen. Zur Ausgleichung von Temperaturdifferenzen im Wasser hat man bekanntlich neben Rührvorrichtungen auch Kupferlamellen mit Vortheil angewandt und es empfiehlt sich, auch solche bei Thermostaten anzuwenden, die letzteren selbst aber auch aus Kupfer herzustellen. Die für genaue Versuche am Meisten angewandte Construction ist die von d'Arsonval angegebene. Dieser aus einem Doppelcylinder bestehende, mit dem Schlösing'schen Gummimembran-Regulator fest verbundene Apparat functionirt indess nicht immer zufriedenstellend. Der Vortragende bemerkte bei Anwendung dieses Apparates wiederholentlich ein permanentes Steigen der Temperatur, obwohl der Luftdruck bald gestiegen, bald gefallen war. Nach mehrfacher Einstellung auf niedrigere Temperatur zeigte es sich, dass die Temperaturzunahme allmälig immer geringer wurde, bis endlich der Apparat befriedigend functionirte. Es geht aus Versuchsreihen hervor, dass durch die permanente Erwärmung des Apparates sich fortdauernd seine Form verändert, dass das Ansteigen der Temperatur also zurückzuführen ist auf eine elastische Nachwirkung des Kupfers; dieselbe lässt sich dadurch vermindern, dass man den Apparat, ehe er auf die gewünschte Temperatur definitiv eingestellt wird, längere Zeit auf höhere erhitzt und dann von der höheren Temperatur allmälig auf die verlangte übergeht. Die Erscheinung ist analog dem Ansteigen des Nullpunktes bei Thermometern; entgegengesetzt dem Verhalten der Thermometer functioniren aber die d'Arsonval'schen Apparate nicht etwa dauernd gut, wenn sie einmal längere Zeit auf hohe Temperaturen gebracht worden sind, sondern es muss, soweit die Erfahrung reicht, jedesmal beim Einstellen der Apparate in der angegebenen Weise verfahren werden.

Machen sich schon bei der runden Form der Thermostaten derartige Unregelmässigkeiten bemerkbar, so sind sie bei viereckigen Apparaten, die in Folge ihrer Gestalt noch grösseren Formveränderungen unterworfen sind, natürlich noch viel grösser. Daraus resultirt, dass man den Schlösing'schen Gummimembran-Regulator oder nach diesem Principe construirte Regulatoren für viereckige Apparate nicht verwenden kann, und dass es besser ist, auch für die runde Form der Thermostaten andere Regulatoren anzuwenden, um von der elastischen Nachwirkung der Metallwandung unabhängig zu sein.

Eine weitere Schwierigkeit beim Constanthalten der Temperatur liegt in den den Apparat erwärmenden Vorrichtungen. In der Regel werden die Flammen zu gross gewählt und zwar gilt dies hauptsächlich von der Nothflamme; dieselbe darf zur Erhöhung der Temperatur im Apparat nicht mehr beitragen, sobald sie allein brennt, und man muss die Nothflamme deshalb bei dem Maximalgasdruck reguliren. Da die Flamme aber der Grösse der Reserveöffnung im Regulator entspricht, so muss auch diese bei dem Maximalgasdruck regulirt werden; dabei tritt dann ein weiterer Uebelstand zu Tage, der durch die so erhaltene geringe Grösse der Reserveöffnung verursacht wird; die kleine Oeffnung kann sich leicht verstopfen und dadurch die Flamme des Brenners erlöschen. Statt einer Reserveöffnung im Regulator wählt man daher wohl öfter eine mit einem Hahn versehene Rohrverzweigung, in der durch Stellen des Hahnes die Nothflamme abgestimmt wird.

Herr Polack macht sodann einige Mittheilungen über einen Besuch in der zur technischen Verwerthung des elektrischen Löthverfahrens eingerichteten Anstalt. An die Mittheilung des Vortragenden knüpft sich eine kurze Diskussion.

Sitzung vom 1. Mai 1888. Vorsitzender: Herr Fuess.

Herr Prof. Dr. R. Weber gab eine Fortsetzung seiner früheren Mittheilungen über Glas und Thermometerstudien.

Hierauf behandelte Herr Ingenieur C. Moser in kurzem Vortrage die Frage, wie die allen Linsensystemen anhaftenden unvermeidlichen Abweichungsreste zu vertheilen seien, um eine möglichst günstige Lichtvereinigung zu erzielen. (Vgl. über denselben Gegenstand S. 203 dieses Heftes.)

Der Vortragende, welcher sich auf die Besprechung der sphärischen Abweichung beschränkte, trat einigen ungenauen Ausführungen entgegen, welche Herr v. Hoegh in der im Aprilheft des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlung ausgesprochen hat. Herr v. Hoegh hat eine neue Anordnung für die genannten Abweichungsreste vorgeschlagen, welche eine viel bessere Concentration des Lichts als z. B. die von Scheibner getroffene Vertheilung ermöglichen soll, und hat die Erwartung ausgesprochen, dadurch einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Fernrohrobjective gegeben zu haben. Der Vortragende führte dagegen nun aus, dass das von Herrn v. Hoegh verwirklichte Princip einfach das sei, die grösste Ordinate der diakaustischen Curve dem absoluten Werthe nach möglichst klein zu machen, dass aber gar nicht einzusehen sei, wie dieses Princip mit einer guten Concentration des Lichts im Focus, nicht einmal mit einer Verengerung der äusseren Contouren des Bildes identificirt werden könne.

Diese Ausführungen wurden durch einige Tafeln, welche Schnitte durch die Abweichungsräume und die diakaustischen Curven für die ins Auge gefassten Fälle darstellten, verdeutlicht. Es zeigte sich hierbei, dass bei der dem Hoegh'schen Princip entsprechenden Anordnung die engste Einschnürung im Zerstreuungsraum sogar um ein Vielfaches grösser ist als bei der Scheibner'schen, obwohl diese letztere sich mit einer Einengung der äussern Umrisse gar nichts zu schaffen macht, vielmehr die beste Vereinigung bezw. Verdichtung der Gesammtmenge des Lichts anstrebt. Ausserdem zeigt die Hoegh'sche Anordnung gerade noch eine Verdichtung des Lichts in den äussern Theilen des Abweichungsraumes und erscheint also in jeder Beziehung als vollständig hinfällig.

Wollte man sich die möglichste Verengerung der äussersten Umrisse für das Bild im Focus zur Hauptaufgabe machen, so würde es nicht schwer sein, für dieselbe noch kleinere Werthe zu erzielen, als die Scheibner'sche Anordnung sie bietet. Ein solches Bestreben dürfte jedoch wenig empfehlenswerth sein, und es erscheint im Gegentheil eher wünschenswerth, die Verdichtung des Lichts im innern Theil des Lichtraumes auf Kosten grösserer Abweichungswerthe für die äussern Theile desselben noch weiter zu treiben, als dies beim Scheibner'schen Princip stattfindet, da bei den in vielen Fällen auftretenden sehr grossen Beträgen der unvermeidlichen Abweichungsreste die stark abweichenden Strahlen an der Formation des eigentlichen Bildes doch keinen Antheil mehr nehmen können.

Der Schriftführer *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

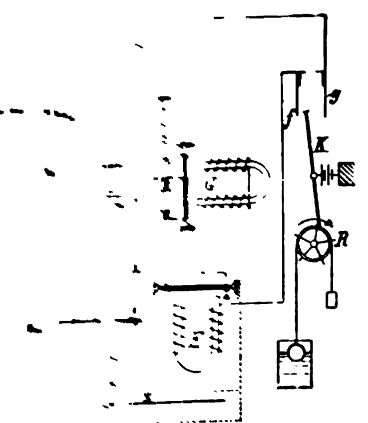
Magnetnadel. Von R. Röttger in Mainz. No. 42345 vom 16. Juni 1886.

Die Magnetnadel soll zur Erkennung der atmosphärischen oder Erdelektricität dienen und besteht aus einem dünnen, schlanken Magneten *m*, und einem gleichartigen Stück weichen Eisens *e*, dessen Enden die Pole des Magneten berühren, und das mittels einer kupfernen Verbindung *k* an dem letzteren befestigt ist.

In der Patentschrift wird eine Erklärung der Wirksamkeit nicht gegeben. Es kann aber angenommen werden, dass in den durch Anlegung des Eisenstücks an den Magneten und durch die Kupferverbindung gebildeten geschlossenen Stromkreisen Ströme durch die Erdströme inducirt werden, vermöge deren die Stellung des Magneten zur Richtung des Erdmagnetismus beeinflusst wird, da in Folge der Anlegung von *m* die magnetische Stärke nach aussen gleichzeitig sehr vermindert ist.

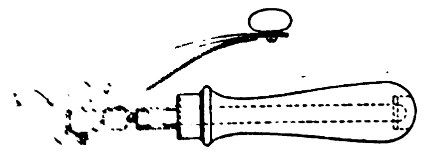
[illegible] in Dresden. No. 42403 vom 1. Mai 1887.

[illegible] das Wasser, so wirken die Angriffsstifte des Contact- [illegible] dass der elektrische Strom an der Feder *f* geschlossen wird. Umgekehrt schliessen ihn die Stifte bei *g*, wenn das Wasser fällt. Die Schaltung der Scheibe *s*, welche so gedreht wird, dass die den jeweiligen Höhenstand anzeigende Zahl hinter einem in einer undurchsichtigen Glasplatte ausgesparten Fensterchen vorspringt, wird durch die Elektromagnete *E*, *F*, *G*, *H*, deren Anker und das Scheibensystem *u*—*x* bewirkt.



Auch ist eine Umschaltvorrichtung *y z* u. s. w. vorgesehen, deren Contactfedern so angeordnet sind, dass sie beim höchsten und niedrigsten Stande der Flüssigkeit die Localhauptbatterie aus- und eine Nebenbatterie einschalten, welche die Alarmglocke und das Anzeigetableau [illegible] und die Hauptbatterie auf ihrer normalen Stärke erhält.

[illegible] Heizkörper. Von G. Ad. Heid in Cannstatt, Württemberg. No. 40158 vom 31. October 1886.



Der eiserne Heizkörper *b* wird glühend auf die mit Löthspitze versehene Kupferstange *a* aufgeschoben und durch den Hakenhebel *c*, welcher mittels Hülse *d* auf *a* beliebig verstellt werden kann, festgehalten.

[illegible] Von J. Boyer in St. Louis. No. 41796 vom 1. Februar 1887.

[illegible] Maschine, deren Geschwindigkeit gemessen werden soll, wird eine Pumpe [illegible] Flüssigkeit (Glycerin oder dgl.) gegen einen den Schreibstift für die Re- [illegible] tragenden Kolben *J* drückt. Der Kolben ist mit einer Feder [illegible], die in Folge des Druckes auf den ersteren gespannt wird, und [illegible] Bewegungen durch ein Zeigerwerk erkennbar sind, das die Geschwindig- [illegible] anzeigt. In dem Kolben ist eine Oeffnung *o* angebracht, [illegible] welche die Druckflüssigkeit hindurchtreten kann, um nach [illegible] Pumpe zurückzufliessen.

[illegible] Spannungsthermometern. Von A. Kampf in Quedlinburg. No. 42500 [illegible] August 1887.

[illegible] Spannungsthermometern eine stabile Zeigerstellung und eine möglichst [illegible] bei kleinem Inhalt der Feder zu erzielen, wendet man eine die [illegible] Zeigerwerk übertragende, durch Rohr *l* mit der die thermometrische [illegible] Blase verbundene Feder *q* an, welche aus zwei ineinander- [illegible] und an ihren Enden durch Kappen *n* und *m* verschlossenen Röhren besteht.

Fragekasten.

[illegible] in London. Auf Ihre Anfrage theilt uns Herr Landmesser Lehrke in Kassel mit, [illegible] im vorigen Jahrgange dieser Zeitschr. S. 218 beschriebene Patentreisszeug [illegible] bisher von keinem Mechaniker angefertigt wird. Die vielen Anfragen von Be- [illegible] Technikern und Mechanikern lassen vermuthen, dass der Apparat Beachtung findet und [illegible] für Mechaniker lohnend sein dürfte, sich der Fabrikation desselben zu widmen.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Director Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaction: Dr. A. Westphal in Berlin.

VIII. Jahrgang. **Juli 1888.** Siebentes Heft.

Basismessungen und Basisapparate.

Von

Dr. A. Westphal in Berlin.

II.

(Fortsetzung.)

Die bayerischen Basismessungen.

1. Der Basisapparat des Oberst Bonne. Münchener Basis 1801[1]). Der Mangel an guten Karten, welchen die rasche napoleonische Kriegführung zu Anfang dieses Jahrhunderts schwer empfand, gab in vielen Staaten den Anlass dazu, geodätische Arbeiten von staatlicher Seite mit mehr Eifer und grösseren Mitteln in Angriff zu nehmen, als dies bisher geschehen war. In Bayern unternahm der französische Ingenieur-Geograph Oberst Bonne in Verbindung mit dem Vorstande des bayerischen topographischen Bureaus, Obersten von Riedl, die Herstellung einer Karte. Für die Grundlage des Unternehmens, die Messung einer Grundlinie, bot sich in der weiten Hochebene, in welcher München liegt, ein passendes Terrain. Hier waren schon im Jahre 1762 von Cassini III und im Jahre 1764 auf Veranlassung der bayerischen Akademie der Wissenschaften von P. v. Osterwald, wie im ersten Theile dieser Abhandlung *(diese Zeitschr. 1885 S. 375)* näher auseinander gesetzt ist, Grundlinien gemessen worden; dieselben konnten aber nicht mehr verwerthet werden. Die von Cassini durch eiserne Cylinder unterirdisch fixirten Basisendpunkte waren schon im nächsten Jahre nicht mehr vorgefunden worden und auch die Messung von Osterwald, ein zweckloses Unternehmen, wie Beigel es nennt, konnte nicht mehr benutzt werden. Es musste daher zur Messung einer neuen Grundlinie geschritten werden. Die grosse Eile, mit welcher Oberst Bonne die Herstellung der bayerischen Karte betrieb, hat auch die Messung dieser dritten Münchener Basis beeinflusst. Bonne nahm sich wohl nicht die Musse, einen Basisapparat von der Genauigkeit herstellen zu lassen, wie ihn die damalige Zeit schon liefern konnte, sondern bediente sich eines Apparates der alten einfachen Construction, die von sorgsamen Geodäten längst verlassen war, und er scheint auch bei seinem Messungsverfahren das Princip möglichster Beschleunigung zur Richtschnur genommen zu haben; es darf indess nicht vergessen werden, dass für den unmittelbar vorliegenden Zweck dies Verfahren durchaus zweckentsprechend war. Die Münchener Basis des Obersten Bonne hätte daher eigentlich im ersten Abschnitte dieser Abhandlung[2]) unter den Apparaten

[1]) Die bayerische Landesvermessung. München 1873.

[2]) Es sei mir gestattet, hier zu dem ersten Abschnitte etwas nachzutragen, worauf Herr O. Koll, Docent der Geodäsie an der landwirthschaftlichen Akademie in Poppelsdorf, mich aufmerksam zu machen die Güte hatte; es betrifft die von Benzenberg bezw. unter seiner Leitung

älterer Gattung Erwähnung finden müssen; da sie indess in Verbindung mit den später mit dem Reichenbach'schen Apparate gemessenen beiden anderen bayerischen Grundlinien noch jetzt die Grundlage der bayerischen Landesvermessung bildet, musste sie auch zusammen mit dieser besprochen werden.

Als Messstangen dienten fünf Holzstäbe von Tannenholz von je 5 *m* Länge, die an den Enden mit Messing beschlagen waren und in ebenen, senkrecht zur Längsaxe der Stäbe liegenden Flächen endigten; zum Schutze gegen Feuchtigkeit waren dieselben mit drei Lagen von Oelfarbe und einer Firnissschicht überzogen. Die Messstäbe lagen bei der Messung auf einer Art Brücke; dieselbe wurde aus hölzernen Dreifüssen gebildet, deren bewegliche Kopfplatte mittels einer verticalen hölzernen Schraube gehoben und gesenkt und in beliebiger Höhe festgeklemmt werden konnte. Auf diesen Stativen, die je 5 *m* von einander entfernt waren, bezw. auf deren Kopfplatten ruhten starke Bohlen, die durch Schwalbenschwänze zusammengefügt waren und den Messstäben als Lager dienten. Zum Schutze gegen Biegung waren die Bohlen in der Mitte noch durch vertical verstellbare Träger gestützt; gegen seitliche Verwerfung waren die Holzstäbe noch durch Streben geschützt, wie sie bei Svanberg's Messstangen *(vergl. diese Zeitschr. 1885 S. 427 Fig. 11)* beschrieben sind, wenn man sich dort die verticalen Streben fortdenkt. — Die Messstangen waren vom Mechaniker bei + 15° R. und 72° des Saussure'schen Haarhygrometers auf 5 *m* geaicht. Während der Basismessung wurden stets Temperatur und Feuchtigkeit der Luft bestimmt; das zu diesem Zwecke dienende Hygrometer hing hierbei im Schatten, während das Thermometer (Quecksilberthermometer mit Messingfassung) frei der Sonne ausgesetzt war, also stets eine andere Temperatur zeigen musste als die Messstangen. Bonne fürchtete aus dieser Differenz keine Fehlerquelle, weil die Länge der Messstangen und ihr Ausdehnungscoëfficient in derselben Weise bestimmt waren. Später änderte er aber seine Ansicht ein wenig und unterschied bei der Reduction wenigstens diejenigen Temperaturen, welche bei Sonnenschein beobachtet waren, von den bei bedecktem Himmel gemessenen. Die Messstangen wurden bei der Messung an einander geschoben. Bonne wandte dies alte Verfahren wegen seiner grösseren Schnelligkeit an, da ihm die Methode der Coïncidenzmessung sowohl wie die der Intervallmessung zu umständlich und zeitraubend war; er schreibt irrthümlich die erstere Methode dem englischen General Roy und die letztere Delambre und Méchain zu, während die Coïncidenzmessung zuerst von Beccaria angewendet ist und die Intervallmessung von Le Maire und Boscovich (*vgl. diese Zeitschr. 1885. S. 333 u. 335*) herrührt. Die Fehlerquelle, wegen welcher man das allerdings schnellere Verfahren der unmittelbaren Berührung der Messstäbe aufge-

---

ausgeführte Detailvermessung des Grossherzogthums Berg, die, von dem praktischen Bedürfniss ausgehend, nach einem klaren Plane entworfen und sachgemäss durchgeführt worden ist. *(Vergl. Ueber das Kataster von Benzenberg. Erstes Buch. Geschichte des Katasters. Bonn 1818.)* Die Messung beruhte auf den Grundlinien von Mündelheim und von Bergheim, die im Jahre 1805 gemessen worden sind. Die Messung fand mit Holzmaassstäben von 12 *Fuss* Länge statt, die mit Oelfarbe bestrichen, an den Enden mit Kupfer beschlagen waren und deren Längen auf einer von Bouvard beglaubigten Copie der *Toise du Pérou* beruhten. Die Messstäbe lagen bei der Messung auf einer Art hölzerner Brücke, die jedesmal in einer Länge von 1000 *Fuss* im Terrain aufgebaut war. Beide Grundlinien sind viermal gemessen worden und die Resultate von je vier Messungen stimmen verhältnissmässig recht gut mit einander überein. Die Mündelsheimer Grundlinie ist etwa 24750 *Fuss*, die von Bergheim 40000 *Fuss* lang. Die direct gemessene Länge der ersteren differirt von der aus der letzteren errechneten Länge um 1,8 *Fuss*. Die Endpunkte der Grundlinien sind unterirdisch festgelegt.

geben hatte, die nämlich, dass eine Verschiebung der Stangen resultiren konnte, fürchtete Bonne nicht; er giebt sogar an, dass „häufige Lothungen gezeigt haben, dass nicht die geringste Verschiebung vorgekommen ist".

Zur Bestimmung der Längen der Stangen hatte Bonne zunächst einen hölzernen Etalon von gleicher Form wie die Stangen, jedoch grösserer Länge, benutzen wollen. Auf demselben waren zwei 5 *m* von einander entfernte Stahlanschläge befestigt; die Länge von 5 *m* war mittels eines Messing-Etalon (Copie eines *mètre provisoire* vom *Bureau des Longitudes* in Paris), unter Berücksichtigung der Differenz zwischen *mètre provisoire* und *mètre définitiv*, bei + 15° R. und 72° *Saussure* festgelegt. Zwischen diesen Anschlägen wurden die Messstangen durch Abschleifen der messingenen Endflächen etalonnirt. Bonne beging hierbei den ihm alsbald von G. W. S. Beigel nachgewiesenen Fehler, dass er ideelles und materielles Meter verwechselte; die Etalonnirung war nur richtig, wenn auch sein Messing-Etalon (Meter) bei + 15° R. die richtige Länge gehabt hätte, was aber nicht der Fall war. — Zur Bestimmung einer Messlage construirte Bonne einen besonderen Comparator. Zu diesem Zwecke wurden in Entfernung von 25 *m* zwei je 4 *Fuss* lange eichene Pfähle (mit einem Querschnitt von 1 *Fuss* im Quadrat) so weit in den Boden gerammt, dass sie nur 6 bis 8 *Zoll* herausragten; diese Pfähle dienten als Fixpunkte; auf ihnen wurde je eine eichene Kopfplatte befestigt und auf jeder derselben je ein stählerner Winkel befestigt, deren einander zugekehrte verticale Flächen etwa 25 *m* von einander entfernt waren und die Länge des Comparators definirten. Kleinere zwischen diesen Fixpunkten eingerammte Pfähle dienten einer Brücke von Bohlen zur Unterlage, deren Oberfläche in gleicher Höhe mit den Platten der Fixpunkte lag. Auf diesem Comparator wurde nun die Länge einer Messlage und der Ausdehnungscoefficient der Stangen derart bestimmt, dass der Anfangspunkt der Lage an den einen Fixpunkt (verticale Fläche des stählernen Winkels) geschoben, während die Entfernung des Endpunktes der Lage von dem zweiten Fixpunkte mit einer Art Stangenzirkel gemessen wurde. Letzterer, von Baumann in Stuttgart verfertigt, bestand aus einem in Millimeter getheilten Maassstabe; derselbe trug zwei Hülsen, eine feste und eine mittels Mikrometerschraube bewegliche, welche ihrerseits wieder parallelepipedisch gearbeitete Stahlstäbchen trugen, die einander soweit genähert werden konnten, dass sich ihre Innenflächen vollkommen berührten. Diese Berührung entsprach dem Nullpunkte eines auf der einen Seite der verschiebbaren Hülse angebrachten Nonius, während ein zweiter auf der anderen Seite befindlicher Nonius die Summe der Dicken beider Stäbchen angab. Der Stangenzirkel war unmittelbar in Millimeter getheilt; die Nonien gaben direct 0,05 *mm*, während sich noch eine Verschiebung von 0,01 *mm* schätzen liess. Die Bohlen der Comparatorbrücke berührten die Fixpunkte nicht, sondern standen etwas von ihnen ab, so dass die Ausdehnung der Bohlen die Lage der Fixpunkte nicht beeinflussen konnte. — Auf diesem Comparator wurde nun zunächst die Entfernung der beiden als Fixpunkte dienenden Stahlwinkel mittels des Normalmeters von Messing und des Stangenzirkels bestimmt und sodann die Länge einer Messlage, sowie die Ausdehnungscoefficienten des Messingmeters sowohl wie einer Messlage ermittelt. Auch bei diesen Messungen berücksichtigte Bonne nicht die Temperatur, bei welcher sein Normalmeter die Länge des Meters hatte. Hierauf in einem von Beigel verfassten, von der Direction der Bayerischen Vermessung eingeforderten Gutachten über die Basismessung aufmerksam gemacht, eliminirte er in der schliesslichen Reduction der Basis die hiedurch entstandenen Fehler.

— Da Bonne bei allen diesen Untersuchungen eine Einwirkung der Luftfeuchtigkeit auf die Ausdehnung seiner Maassstäbe nicht constatiren konnte, so glaubte er diesen Einfluss nicht berücksichtigen zu sollen und sah daher bei der eigentlichen Basismessung von der ursprünglich beabsichtigten Ermittlung der Luftfeuchtigkeit ab. Die Temperaturbestimmung vernachlässigte er gleichfalls; anfänglich wurde das Thermometer bei jeder Lage einmal abgelesen, später nur alle drei Lagen, dann sogar nur bei jeder sechsten Lage. Bei der Reduction unterschied Bonne auf Veranlassung von Beigel diejenigen Messungen, welche bei vollem Sonnenschein gemacht waren, von denen, welche bei bedecktem Himmel beobachtet waren und nahm auf Grund besonderer Untersuchung an, dass erstere in Folge von Strahlung der Messingfassung der Thermometer um etwa 2° R. zu hoch waren, welche Differenz bei der Reduction berücksichtigt wurde.

Das Alignement wurde in einfachster Weise mit Hilfe eines Nivellirfernrohres ausgeführt; mittels desselben wurden von 25 zu 25 Messlagen, d. h. von 625 zu 625 *m* Signale in der Linie aufgestellt und nach diesen die Stative und die Bohlenbrücke gelegt; eine auf letzterer gezogene rothe Linie wurde in das Alignement gebracht; diese Linie gab wieder ein Mittel ab, um die eigentlichen Messstangen (mittels Hand) zu legen.

Die Neigung der Messstangen scheint gar nicht bestimmt zu sein, sondern man begnügte sich damit, die Stangen nach dem Augenmaasse horizontal zu legen. Hieraus kann leicht ein erheblicher Fehler entstanden sein, der stets in demselben Sinne das Resultat verfälschte.

Wurde des Abends die Messung unterbrochen, so geschah die Ablothung des Endpunktes der letzten Stange mittels eines Loths auf eine mit einer Marke versehene Messingplatte; dieselbe wurde auf einer in die Erde eingerammten Unterlage so lange verschoben, bis das Loth auf die Marke einspielte; dann wurde die Messingplatte festgeschraubt.

Die Endpunkte der Basis sind ober- und unterirdisch sorgsam festgelegt.

Die Messung der Münchener Basis zwischen Oberföhring und Aufkirchen fand in der Zeit vom 25. August bis 2. November 1801 statt, in welcher an 40 Arbeitstagen 866 Lagen gelegt wurden, so dass auf den Tag etwa 21 Lagen oder 525 *m* kommen; die höchste Arbeitsleistung an einem Tage betrug 40 Lagen oder 1000 *m*.

Bonne erhielt als Länge seiner Basis, auf das Meeresniveau reducirt, 21653,752 *m*. Dieser Werth bekam später noch eine Correction wegen Neuberechnung der Reduction auf das Meeresniveau, so dass die Basislänge nunmehr zu 21653,96 *m* angenommen wurde.

2. Der Schiegg-Reichenbach'sche Basisapparat. Grundlinien von Nürnberg und Speyer. Den im weiteren Verlaufe der bayerischen Landesvermessung gemessenen Grundlinien lag ein weit besserer Apparat zu Grunde, als er Oberst Bonne zu Gebote gestanden hatte. Der Apparat, nach Angabe von Prof. Schiegg von Reichenbach construirt, in dem mechanischen Institut von Utzschneider & Reichenbach angefertigt und gewöhnlich nach Reichenbach benannt, bedeutet einen erheblichen Fortschritt in der Entwicklung der Basisapparate; er ersetzt die bisher ebenen oder convexen Endflächen der Messstangen durch Schneiden, und führt den Messkeil ein. Was hiervon Schiegg's oder Reichenbach's geistiges Eigenthum ist, lässt sich nicht mehr mit Bestimmtheit feststellen, doch ist wohl anzunehmen, dass dem genialen Mechaniker auch die mechanischen Vervollkommnungen zugeschrieben werden dürfen.

Der Apparat bestand aus fünf eisernen Messstäben von 4 *m* Länge und einem quadratischen Querschnitt von 22 *mm* Seitenlänge. Die Stäbe endeten, wie schon erwähnt, in keilförmig zugeschärften Schneiden, von denen die eine horizontal, die andere vertical war; bei der Messung stand immer eine horizontale Schneide einer verticalen gegenüber, so dass eine etwaige Berührung nur in einem Punkte stattfinden konnte. Jede Messstange war mit einem Quecksilberthermometer versehen, dessen Kugel in einer Vertiefung der Stange ruhte und zur Hälfte vom Eisen berührt wurde, während das Glasrohr der Axe der Stange parallel lief. Die Stäbe lagen in Umhüllungskästen, aus denen nur die Endschneiden herausragten, auf hölzernen mit Tuch gefütterten Lagern. Die Kästen trugen unten zum Schutze gegen Biegung noch bogenförmige Streben, waren mit Oelfarbe gestrichen und mit Handgriffen zum bequemen Tragen versehen; die Thermometer wurden von oben her durch eine mit Deckel verschlossene Oeffnung der Umhüllungskästen abgelesen. Die Stäbe lagen mit ihren Umhüllungskästen, nur an den Enden unterstützt, auf einfachen hölzernen Böcken.

Bei der Messung wurden die Stäbe nicht zur Berührung gebracht, sondern auf kleine Intervalle von 1 bis 2 *Linien* genähert und die Entfernung der Endschneiden mittels eines Messkeils aus gehärtetem Stahl gemessen, dessen Längsseite eine lineare Theilung trug, an welcher abgelesen wurde, wie weit der Keil zwischen den Schneiden eingedrungen war; Zehntel-Intervalle der Theilung, entsprechend einer Genauigkeit von etwa 0,01 *mm*, liessen sich bequem schätzen.

Zur Bestimmung der Neigung der Messstangen, die mittels unter die Kästen gelegter Keile nur annähernd horizontal gelegt wurden, diente ein Niveausector der üblichen Construction, ein mittels einer Höhenschraube um eine horizontale Axe drehbares Niveau, dessen Neigung mittels Nonius und eines getheilten Gradbogens abgelesen wurde. Der auf einer Unterlage befestigte Niveausector wurde mittels zweier Zapfen in zwei auf der Oberfläche der Umhüllungskästen befindliche Oeffnungen aufgesetzt; hierbei musste allerdings vorausgesetzt werden, dass Oberfläche des Kastens und der Messstange einander parallel waren, was streng nicht der Fall gewesen sein wird.

Das Alignement wurde von dem einen Endpunkte aus mit Hilfe eines Reichenbach'schen Theodoliten geführt; es wurden Pfähle in Abständen von 200 bis 300 *Fuss* eingerammt. Das eigentliche Alignement scheint dann durch Einvisiren mittels Augenmaass und von Hand geschehen zu sein.

Die Auf- und Ablothungen wurden in ähnlicher Weise wie bei der Münchener Basis mittels Lothfadens ausgeführt. Bei der Auflothung legte man den Anfangspunkt der Stange nicht genau vertical über den im Boden festgelegten Fixpunkt, sondern nur annähernd, lothete diesen Anfangspunkt auf die Festlegungsplatte herunter und maass und berücksichtigte den Längenunterschied zwischen dem neuen und dem alten Punkt.

Die Länge der Messstäbe war durch ein eisernes Meter von Lenoir bestimmt worden. Zu diesem Zwecke hatten Reichenbach und Liebherr „an einer dicken alten Ziegelmauer, welche weder von der Sonne beschienen, noch vom Winde bestrichen werden konnte“, einen Comparator eingerichtet; derselbe bestand hauptsächlich aus zwei Stahlprismen, welche mit zwei in die Mauer eingelassenen und etwas mehr als 4 *m* von einander entfernten eisernen Bolzen in Verbindung waren. Das ausnahmslos bei Comparatoren angewandte Princip, die End- bezw. Fixpunkte unabhängig von einander zu montiren, ist danach hier nicht befolgt worden. Bohn

macht in seiner *Landmessung, S. 616* auf das Bedenkliche dieses Verfahrens gleichfalls aufmerksam. Das eine Prisma lief in eine unbewegliche verticale Schneide aus, während das zweite, mit horizontaler Schneide versehene, den kurzen Arm eines Fühlhebels von 40 maliger Uebersetzung bildete; der lange Arm des Fühlhebels spielte vor einem getheilten Gradbogen. Zur Aufnahme der Messstangen diente eine unter den Prismen befindliche hölzerne Unterlage, auf welcher fünf hölzerne Querleisten von solcher Dicke befestigt waren, dass, wenn auf ihnen die Messstäbe oder auf je zweien von ihnen das Normalmeter lag, die Mitten derselben mit den Mittelpunkten der Prismenschneiden in einer Höhe lagen.

Zunächst wurde nun die Entfernung der beiden Comparator-Endpunkte in der Normalstellung des beweglichen Endes, mittels des Normal-Eisenmeters und des Fühlhebels bestimmt; indem dies bei verschiedenen Temperaturen geschah, wurde zugleich der Ausdehnungscoefficient des Eisens bestimmt. Dann wurde in derselben Weise die Länge der eisernen Messstangen ermittelt. Die Bestimmung der Ausdehnungscoefficienten beschränkte sich auf ein geringes Temperaturintervall, von 7 bis 18° C.; es wurde ein ziemlich hoher Coefficient für die Eisenstäbe erhalten, etwa 13 μ pro 1 *Centigrad*; mit Hilfe dieses Coefficienten wurde eine Tabelle der Stangenlängen von 0 bis 26,5° C. berechnet. Schwerd tadelt dies mit Recht (*Kl. Speierer Basis, S. 95*).

Die Nürnberger Basis, von Prof. Schiegg und Lämmle gemessen, geht vom Thurm St. Johannis in Nürnberg nach dem Thurme des Marktfleckens Bruck. Die Linie konnte nicht ganz direct gemessen werden; erstens war in der Mitte ein Hinderniss (Gebäude), das in einem Dreiecke umgangen werden musste, von dem zwei Seiten und der eingeschlossene Winkel gemessen wurden, und zweitens konnte die Messung nicht direct bis an die beiden Endpunkte gehen; es wurde daher an jedem Ende der Basis von den Endpunkten der direct gemessenen Linie aus eine Seitenstrecke in der gewöhnlichen Weise gemessen und dann durch Winkelmessung mit den als Fixpunkten dienenden Thurmspitzen verbunden. Die eine Seitenlinie bei Nürnberg von 328 *m* wurde zweimal gemessen; die Differenz betrug nur 0,35 *mm*.

Bei der Messung wurden zunächst alle vier Stangen in der richtigen Reihenfolge in das Alignement gebracht, hierauf bei allen Messkeil, Thermometer und Libelle abgelesen und dann erst die hinterste Messstange weggenommen und vorn wieder angelegt. Da Anfangs- und Endpunkte je zweier Stangen auf einem Bocke gelagert wurden, so musste hierbei sehr vorsichtig zu Werke gegangen werden, wenn keine Verschiebungen stattfinden sollten. Sämmtliche Beobachtungen wurden unabhängig doppelt gemacht und aufgeschrieben.

Die Basis ist nur einmal gemessen. Die Messung geschah vom 21. September bis 29. October 1807. Die Endpunkte der direct gemessenen Linie wurden oberund unterirdisch sorgsam festgelegt. Die Länge der ganzen Basis ermittelte Schiegg, auf das Meeresniveau bezogen, zu 13796,5605 *m*.

Der Reichenbach'sche Apparat kam auch bei der Messung der Speierer Grundlinie, der dritten bayerischen Basis, zur Anwendung. Die Messung geschah September und October 1819 unter Leitung von Lämmle. Die Constanten des Apparates wurden nicht neu bestimmt, sondern ganz so angenommen, wie bei der Nürnberger Basis; nur die Thermometer (die für Stange III und V waren neue) wurden mit einem Normalthermometer verglichen, was früher nicht geschehen war.

Die Grundlinie von Speier geht von dem nördlichen Thurme des Domes zu Speier nach dem Thurme der Kirche von Oggersheim. Man konnte natürlich nicht

direct bis zu den Thürmen messen und verfuhr daher gerade so wie bei der Nürnberger Basis. Die Endpunkte der direct gemessenen Linie sind durch Pyramiden festgelegt. Auch diese Linie ist nur einmal gemessen. Lämmle glaubte mit Rücksicht auf die gute Uebereinstimmung der oben erwähnten Doppelmessung der einen Seitenlinie bei der Nürnberger Basis von einer zweiten Messung absehen zu können, „da dieselbe das Resultat doch nicht verbessern könne". Die der Dreiecksberechnung zu Grunde gelegte Länge der Basis beträgt, auf den Meereshorizont reducirt, 19794,974 *m*.

Die bayerischen Grundlinien sind alle nur einmal gemessen; man hat daher direct keinen Maassstab für die Güte der Messung. Aus den in die Ausgleichung aufgenommenen Bedingungsgleichungen für die Identität der Grundlinien ergiebt sich ein Anhalt für die Beurtheilung der Basismessungen. Im Polygon XII[1]) erhält man die lineare Uebereinstimmung zwischen der Münchener und Nürnberger Basis mit einem Fehler von etwa 30 Einheiten der siebenten Decimale der Logarithmen, während die Uebereinstimmung zwischen der Nürnberger und Speierer Basis weniger gut ist. Ferner vermitteln die Anschlüsse an die Nachbarstaaten eine Beurtheilung der Basismessungen; diese Anschlüsse mögen hier noch kurz angeführt werden:

a) Anschluss an Oesterreich, an die Basis von Innsbruck, 1852 gemessen. (Die österr. Resultate sind vorläufige.) Aus 21 Vergleichsseiten ergiebt sich eine durchschnittliche Differenz der Seiten von $^1/_{154000}$ und wenn man einen Punkt, bezüglich dessen nicht sicher feststeht, ob österreichisches und bayerisches Centrum identisch sind, auslässt, von $^1/_{200000}$.

b) Anschluss an Württemberg. Die Anschlüsse an Württemberg sind nicht so gut; von sieben Anschlussseiten beträgt bei einer die Differenz $^1/_{8500}$, bei einer anderen $^1/_{24000}$ der Länge; bei der ersteren wird ein Rechnungsirrthum oder ein Druckfehler vermuthet; lässt man diese Seite ausser Betracht, so ergiebt sich für die anderen sechs eine durchschnittliche Differenz von $^1/_{120000}$ der Länge.

c) Anschluss an Baden. Aus acht Anschlussseiten folgt eine durchschnittliche Differenz von $^1/_{136000}$ der Länge.

3. Der Schwerd'sche Apparat. Die kleine Speierer Basis[2]). Die im Jahre 1819 von Lämmle vorgenommene Messung der zuletzt erwähnten Basis von Speier veranlasste Prof. Schwerd zu dem Versuche, ob man nicht auch eine kleine Basis, die also weniger Kosten und Zeitaufwand verursacht, wie eine grosse, zur Basis einer Gradmessung bezw. Landesaufnahme verwenden könnte.

Der Apparat, welchen Prof. Schwerd zur Messung seiner Basis benutzte, ist eine Nachahmung des Reichenbach'schen, doch weicht er in einigen nicht unwesentlichen Einzelheiten von demselben ab, wie auch das Messungsverfahren, zwar im Grossen und Ganzen das bayerische, aber doch in mancher Beziehung eine Verbesserung desselben ist. Die Maassstäbe waren ebenso eingerichtet wie die Reichenbach'schen und lagerten ebenso in Holzkästen. Ausdrücklich wird erwähnt, was bei der Beschreibung des bayerischen Apparates nur angedeutet ist, dass die Stangen in der Mitte festgeklemmt waren, sich aber nach beiden Seiten hin frei ausdehnen konnten. — Zur Einvisirung in das Alignement dienten zwei verticale Stifte auf der oberen Fläche der Holzkästen, eine Nachahmung derselben Einrichtung des Borda'schen Apparates, die sich bei dem Reichenbach'schen nicht findet.

---

[1]) Jordan, das deutsche Vermessungswesen. I. 202. — [2]) Die kleine Speierer Basis. Von Prof. Fr. M. Schwerd. Speier 1822.

Das Niveau, welches zur Bestimmung der Neigung der Messstangen diente, hatte gleichfalls eine von dem Reichenbach'schen abweichende Einrichtung. Die Neigung wurde nicht direct durch die Angaben des Niveaus gemessen. Das mit Correctionsschrauben versehene und auf einer Messingplatte befestigte Niveau wurde mit etwas Spielraum mittels zweier in der Platte befindlichen Durchbohrungen auf zwei verticale Zapfen aufgesteckt, welche oben auf den Umhüllungskästen der Stäbe befestigt waren, und ruhte auf zwei auf den Kästen angebrachten messingenen Unterlagen; das Niveau konnte also an jeder Seite etwas gehoben und gesenkt werden; bei der Messung wurde dies durch Unterschieben eines Keils bewirkt, bis die Blase einspielte. Aus der Dicke des Keils und der Entfernung der Unterstützungspunkte des Niveaus liess sich dann die Neigung der Messstange berechnen. Schwerd benutzte hierzu den gleich zu erwähnenden Messkeil; da dieser aber für einige Fälle nicht ausreichte, fertigte er noch einen besonderen Keil hierfür an.

Der zur Messung der Stangenintervalle dienende Messkeil war aus weichem Stahl angefertigt und erst nach Anbringung der Theilung gehärtet worden. Auf die Anfertigung des Keils wurde besondere Sorgfalt verwendet.

Der Comparator zur Bestimmung der Länge und Ausdehnung der Messstangen besass eine sachgemässere Einrichtung als der von Schiegg und Lämmle benutzte; namentlich ist hervorzuheben, dass die Endpunkte von einander unabhängig waren. Letztere waren dargestellt durch zwei etwa 4 *m* von einander entfernte kleine steinerne Pfeiler, 1,4 *m* tief in der Erde versenkt und nur 0,22 *m* über dieselbe herausragend; in die Oberfläche derselben waren eiserne Stäbchen von 0,15 *m* Länge zur Hälfte mit Blei eingegossen; an jeden dieser Stäbe war ein stählernes Prisma angenietet, das eine mit horizontaler, das andere mit verticaler Schneide; die Schneiden waren 4,004 *m* von einander entfernt und standen senkrecht auf der horizontalen Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte. Auf diesen Comparator wurden nun die Messstangen gebracht, und zwar mit ihren Holzkästen; sie lagen auf Unterlagen, die auf den Pfeilern angebracht waren, nur an ihren Enden auf und wurden in der Mitte nicht unterstützt; die durch diese Art der Lagerung zu befürchtende Biegung konnte nicht schädlich auf die Messung wirken, da sie bei dieser ebenso auflagen, wie sie etalonnirt worden waren. Bei den Grundlinien von Nürnberg und Speyer war dies nicht der Fall, da die Messstäbe bei der Etalonnirung und der Bestimmung der Ausdehnungscoefficienten anders gelagert waren als bei der eigentlichen Basismessung. — Bei den Untersuchungen Schwerd's lagen nun die Stäbe so auf dem Comparator auf, dass jedesmal eine horizontale Schneide der Messstange der verticalen des Comparators gegenüberlag und umgekehrt; die Stabe wurden den Comparator-Fixpunkten auf kleine Intervalle genähert, welche mittels des Keils gemessen wurden. Schwerd giebt an, hierbei eine Genauigkeit von 6,5 μ erreicht zu haben; der Borda'sche Comparator hat eine Genauigkeit von 20 μ. Die Stangen wurden mit den Normalpunkten des Comparators nie in Berührung gebracht, um eine Verletzung der letzteren zu verhindern; eine strenge Consequenz dieses Gedankens hätte eigentlich schon damals zur Verwerfung des Messkeils führen müssen. Um die Stäbe leichter hin und her schieben zu können, lagen sie an dem einen Ende auf einem eisernen Cylinder auf.

Bei den Untersuchungen wurden alle fünf Stangen nach ihrer Ordnung auf den Comparator gebracht und dann noch einmal die Stange I, um die Unveränderlichkeit der Fixpunkte zu constatiren. Solcher Reihen wurden jedesmal vier vorgenommen und vor der ersten und nach der letzten Messung jeder Stange das Thermometer abgelesen. Die Messungen umfassen ein Temperaturintervall

von 0° bis 20° R. Aus ihnen wurde als Ausdehnungscoëfficient der Messstangen nach der Methode der kleinsten Quadrate pro 1° C. ein Betrag von 11,56 Mikron abgeleitet, genau derselbe Werth, den Borda seinerzeit erhalten hatte. Die Unsicherheit in der Bestimmung des Werthes des Ausdehnungscoëfficienten setzte Schwerd gleich $^1/_{70}$ seines Betrages, also = 0,16 Mikron pro 1° C. Aus diesen Bestimmungen leitete Schwerd die Beziehungen der Stangen zu einander ab und hieraus die Summen aller fünf Stangen in Einheiten der Stange I und erhielt:

$$I + II + III + IV + V = 5 . I - 0{,}8424 \, mm.$$

Den Fehler dieses Werthes schätzte Schwerd zu nur 0,0130 *mm*.

Um die Längen seiner Messstangen in absolutem Maasse zu erhalten, wünschte er dieselben mit den Messstangen des Reichenbach'schen Apparates zu vergleichen. Dies wurde ihm aber nicht gestattet und er sah sich daher genöthigt, den vierten Theil seiner Stange I als provisorisches Meter anzusehen. Erst als die Messungen und Berechnungen beendigt und in diesem Maasse angegeben waren, konnte Schwerd die Stange I mit dem Meter-Etalon des K. Topographischen Instituts in München vergleichen und danach die nöthigen Reductionen an sein Schlussresultat anbringen.

Vermuthlich konnte Schwerd dort nicht die Einrichtungen so treffen, wie er es wünschte, denn der Comparator, den er dort benutzte, entspricht nicht den Anforderungen, die man für solche Zwecke stellen muss. Der Comparator war in seinem Aufbau zwar fast ebenso construirt wie der in Speier benutzte; leider waren aber die Fixpunkte nicht unabhängig von einander. An einem starken Holzbalken waren in Entfernungen von etwa 4 *m* von einander zwei eiserne Träger befestigt, welche die Endpunkte (Schneiden) trugen. Die Entfernung der Fixpunkte von einander kann daher nicht als unveränderlich gelten, sondern sie war der Ausdehnung des Holzbalkens in Folge von Temperatur und Feuchtigkeit unterworfen. Die übrige Einrichtung des Comparators ist derjenigen des Speierer gleich. Die Vergleichungen ergaben die Länge der Stange I = 3,9997 definitive Meter.

Die Messung ist von Schwerd mit Unterstützung von Zöglingen des Speyerer Lyceums im Juli 1820 ausgeführt worden. Die erste Messung fand am 15. Juli 1820 statt, nachdem zuvor schon die Endpunkte der Basis unterirdisch, später auch oberirdisch durch Mauerwerk bestimmt und in der Linie Pfähle in die Erde geschlagen waren, welche oben eine Holzplatte trugen, die als Lager für die Messstange dienen sollten. Auf diese Pfähle wurden die Messstangen nach der Ordnung ihrer Nummern so gelegt, dass immer zwei mit ihren Enden auf demselben Pfahle ruhten; nur die Stange V lag auf zwei besonderen Pfählen isolirt; die Messstangen lagen nur mit ihren Enden auf den Pfählen auf. Die Isolirung der Stange V hatte den Zweck, eine Verrückung derselben unmöglich zu machen, wenn die hinteren Stangen weg genommen und vorn wieder angesetzt wurden.

Die Enden der Stangen wurden wie bei den andern bayerischen Grundlinien nicht mit einander in Berührung gebracht, sondern dieselben auf kleine Intervalle genähert, die mittels des Keils gemessen wurden. Um hierbei zwei benachbarte Stangenenden in gleiche Höhe zu bringen, dienten untergeschobene Holzkeile.

Zur Erleichterung des Alignements waren drei Zwischenpunkte in Intervallen von etwa 200 *m* in die Basis mit Hilfe eines Theodoliten einvisirt worden. Nach diesen Signalen wurden mit Hilfe der Visireinrichtung auf den Holzkästen die Messstangen mittels Augenmaass in das Alignement gebracht. Waren alle fünf

Stangen im Alignement, so wurden die Keilablesungen gemacht, sowie Temperatur und Neigung bestimmt. Dann wurde Stange I hinten weggenommen, vorn aufgestellt und gleich provisorisch der Keil zwischen V und I, sowie das Thermometer der letzteren Stange abgelesen; hierauf wurden die Stangen II, III und IV nach vorn getragen, nun erst definitiv die Ablesungen zwischen V und I gemacht und endlich die Stange V nach vorn gebracht. Durch diese vorsichtige Behandlung schützte sich Schwerd gegen etwaige Verrückungen der Stange V. Die Thermometer wurden beim Ablesen im Schatten gehalten und auch die aus den Kästen herausragenden Stangenenden durch Pappe vor den directen Sonnenstrahlen geschützt.

Die Auf- und Ablothungen geschahen mittels eines mit Silberdraht versehenen Lothes, dessen Dicke berücksichtigt wurde.

Die Basis ist zweimal gemessen worden; die erste Messung wurde am 15. Juli, die zweite am 29. und 30. September 1820 ausgeführt.

Bei der Reduction der Basislänge wurde die Temperatur nicht berücksichtigt; die gemessene Länge wurde nur in Einheiten der Stange I ausgedrückt; sodann berechnete Schwerd nach Anbringung der Thermometer-Correction aus allen Temperaturmessungen die mittlere Temperatur der Basis und nahm an, dass die gefundene Länge sich auf diese mittlere Temperatur beziehe.

Die erste Messung ergab als Länge der Basis 859,4029 *m*, mittl. Temp. + 23,2° R.
„ zweite „ „ „ „ „ „ 859,5266 „ „ „ + 13,0 „

Schwerd reducirte beide Messungen auf + 20,0° R. und erhielt als

Resultat der ersten Messung: 859,4427 *m*,
„ „ zweiten „ 859,4409 „

also eine sehr gute Uebereinstimmung. Auf definitive Meter reducirt ergab sich die Länge der Basis bei der Temperatur von 13° R. zu 859,47255 *m*.

Bei der zweiten Messung musste noch eine Correction wegen Werfung der Holzkästen (durch die Sonnenstrahlen) angebracht werden. Um die Wirkung dieser Krümmung in Rechnung ziehen zu können, wurde eine Metallsaite an die eine Seitenfläche eines jeden Kastens gespannt und die Abweichung in der Mitte mit dem Keil gemessen, wie es Boscovich zur Ermittlung der Biegung seiner Messstangen auch gethan hatte. Bemerkt mag jedoch werden, dass die hierdurch ermittelte Correction nicht ganz richtig sein kann, da die Biegung der Holzkästen sich nicht in demselben Betrage auf die Eisenstäbe übertragen haben wird.

Nach der zweiten Messung wurden die Messstangen auf dem Comparator noch einmal untersucht; sie zeigten sich indess vollkommen unverändert.

Die Basis war durch 17 Dreiecke mit der von Lämmle direct gemessenen Basis von Speier verbunden. Schwerd erhielt als Länge dieser Linie aus der oben angegebenen Länge seiner kleinen Basis (bei 13° R.) 19791,1985 *m*. Nach Reduction der grossen Speierer auf 0° bezogenen Grundlinie von 19795,289 *m* Länge, auf 13° R., erhält Schwerd als Resultat 19791,1288 *m*. Die Differenz beträgt 0,0697 *m*.

Die Schwerd'sche Basis ist für die bayerische Landesvermessung zwar nicht verwerthet worden, aber sie muss als ein sehr wichtiger Beitrag zur Entwicklung der Basismessungen betrachtet werden; sie trug wesentlich mit dazu bei, dass in der Folge die Länge der Grundlinien erheblich kleiner gewählt wurde, als dies bisher geschehen war.

Die Basismessungen in Württemberg.

Nachdem Bohnenberger bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts eine geodätische Vermessung Württembergs begonnen hatte, konnte er im zweiten Jahrzehnte dieses Jahrhunderts mit grösseren Mitteln und besseren Apparaten an eine genauere Vermessung des Landes gehen[1]). Bei derselben diente die bayerische Landesvermessung als Vorbild. Im Jahre 1818 begann Bohnenberger mit einer kleinen Probemessung zur Einübung des Personals, in der er auf eine bei Tübingen mit Holzmaassstäben gemessene kleine Basis von etwa 1250 *m* Länge ein Netz von 30 Dreiecken gründete und dasselbe im Detail aufnehmen liess. Im Jahre 1819 konnte dann die eigentliche Landesvermessung beginnen; da indess die für die Basismessung bestimmte Copie der *Toise du Pérou* noch nicht angekommen war, Bohnenberger aber die ganze Arbeit mit der Basismessung beginnen wollte und die im vorigen Jahre gemessene Hilfsbasis zu klein erschien, so maass er zunächst eine zweite Hilfsbasis im Ammerthale bei Tübingen (Ammer-Basis); die Basis wurde mit Messlatten von 2 *Toisen* Länge gemessen und hatte eine Länge von 5000 *m*. Endlich im Jahre 1820[2]) konnte die Messung der Hauptbasis, der Basis von Solitude oder von Ludwigsburg, wie sie gewöhnlich genannt wird, vor sich gehen.

Der Apparat, mit welchem die Ludwigsburger Basis gemessen wurde, ist eine Copie des Reichenbach'schen, von Mechaniker Butzengeiger in Tübingen ausgeführt. Abgesehen von einigen kleinen unwesentlichen Abänderungen einzelner Theile besteht der Hauptunterschied gegen den bayerischen Apparat darin, dass die Messstangen des letzteren 4 *m* lang sind, während die Stäbe des württembergischen Apparates eine Länge von 2 *Toisen* haben. Da das Messungsverfahren auch dasselbe ist, so braucht hierauf und auf die Einzelheiten des Apparates hier nicht mehr eingegangen zu werden. Es seien nur einige Bemerkungen über das Reductionsverfahren gestattet. Die Messstäbe wurden als vollkommen genaue Copien der *Toise du Pérou* bei + 13° R. angesehen; zu der Anzahl der gemessenen Stangenlängen, in Toisen ausgedrückt, wurde zunächst die Summe der Correctionen wegen der Neigung, sowie die Summe der mit dem Messkeil ermittelten Intervalle addirt (die Neigung der letzteren wurde nicht berücksichtigt); dann wurde die so gefundene Länge mittels des von Borda für Eisen gefundenen Ausdehnungscoefficienten unter Zugrundelegung einer aus allen Thermometerangaben bestimmten mittleren Temperatur auf + 13° R. reducirt. Die Summe der bei den verschiedenen (18) Auf- und Ablothungen gebrauchten Silberdrahtdicken ist nicht berücksichtigt, was einem Fehler von 1,674 *Linien* entspricht.

Dass die der Basis zu Grunde liegende Copie der *Toise du Pérou* und demnach auch die nach ihr etalonnirten Messstangen als bei + 13° R. vollkommen genaue Toisen angesehen wurden, entspricht dem damaligen Genauigkeitsbegriff; es dürfte aber interessant sein, zu sehen, wie sich dies im Lichte unserer heutigen Anschauungen ausmacht. Im *Generalbericht der Europäischen Gradmessung für das Jahr 1869 S. 69* theilt die württembergische Gradmessungscommission mit, dass eine neue Etalonnirung der Messstangen stattgefunden habe, und dass die Summe der fünf Stäbe um 0,803 *Par. Linien*, im Mittel also ein Stab um 0,161 *Par. Linien* zu lang gefunden worden sei; die Anbringung dieser Reduction würde die Länge der Basis um

[1]) Kohler. Die Landesvermessung des Königreichs Württemberg. Stuttgart 1858. — [2]) Nicht 1818, wie durch einen Druckfehler des Kohler'schen Werkes in Jordan's *Handbuch für Vermessungswesen, II. S. 86* und auch in dessen *Geschichte des deutschen Vermessungswesens, I. S. 252*, übergegangen ist; S. 3 des letzteren Werkes ist übrigens die Jahreszahl 1820 richtig angegeben.

mehr als 1 *m* ändern. Das Resultat dieser Vergeichung konnte nicht wohl zu einer nachträglichen Reduction der Basislänge verwandt werden, da seit der ersten Vergleichung 50 Jahre verstrichen waren. Die württembergische Commission fügt noch hinzu: „Ob diese Differenzen ursprünglich vorhanden gewesen sind, oder ob hier ein neues Beispiel einer im Laufe der Zeit eingetretenen Veränderung der Länge vorliegt, möge dahin gestellt bleiben.“

Die Ludwigsburger Basis ist in der Zeit vom 18. September bis 12. October 1820 gemessen. Ihre Länge beträgt, auf den Meereshorizont bezogen, 13032,14 *m* und auf einen mittleren Landeshorizont, als welcher der Horizont der Ammer Basis, 844 *Par. Fuss* Meereshöhe, angenommen wurde, reducirt, 13032,70 *m*; mit letzterem Werthe ist die Württemberger Landesvermessung durchgeführt worden. Die Basis ist nur einmal gemessen; zur Beurtheilung der Messung mögen die nachfolgenden, sämmtlich auf den Meereshorizont reducirten, Angaben dienen:

Grundlinie.	Direct gemessen. (*Meter*).	Verglichen mit der Ludwigsburger Basis (*Meter*).	Differenz. (*Meter*).
Ammer-Basis (Württemberg) . . .	5013,31	5013,30	0,01
Speyerer Basis (Bayern)	19794,97	19794,79	0,18
Heitersheimer Basis (Baden)[1] . . .	13032,35	13032,14	0,21

Die Ergebnisse sind merkwürdig gut, besonders ist die ausserordentliche Uebereinstimmung mit der Ammer Basis auffallend; Jordan[2]) ist der Ansicht, dass die guten Anschlüsse an Bayern und Baden unmöglich der mittleren Genauigkeit entsprechen können.

(Fortsetzung folgt.)

Einrichtung zur Beleuchtung der Nonien und des Gesichtsfeldes von Theodoliten mit centrischen Fernrohren.

Von

A. Fennel (i. Fa. Otto Fennel) in Kassel.

Als ich vor einigen Jahren mit Hilfe eines Nonientheodoliten Zeitbestimmungen mittels Messung von Sternhöhen vornahm, lernte ich die grossen Unbequemlichkeiten kennen, welche mit der Beleuchtung des Instrumentes durch eine gewöhnliche Lampe verbunden sind. Es ist dabei kaum möglich, die Helligkeit des Gesichtsfeldes so zu bemessen, wie dieselbe für die Beobachtung des Sternes am Günstigsten sein würde, und bei der Beleuchtung der Nonien tritt der Uebelstand ein, dass die Lichtstrahlen der Lampe auch direct in das Auge des Beobachters gelangen und hierdurch die Ablesung erschweren. Um diesen Missständen abzuhelfen, habe ich die Vorrichtung construirt, welche in den Figuren 1 bis 3 dargestellt ist. Dieselbe soll eine Vervollständigung für Theodoliten zu astronomischen Orts- und Zeitbestimmungen, sowie auch für solche Instrumente bilden, welche unter Tag, bei Tunnelbauten und in Gruben benutzt werden.

Die Vorrichtung setzt den Beobachter in den Stand, alle in Betracht kommenden Stellen des Instrumentes bequem ohne Beihilfe erleuchten zu können. Zu diesem Zwecke sind seitlich an dem Fernrohrträger zwei kleine Petroleumlampen

[1]) 1846 mit einer Nachbildung des Bessel'schen Apparates gemessen. — [2]) Geschichte des deutschen Vermessungswesens. I. S. 257.

so angebracht, dass die Flammenmitte sich mit der horizontalen Fernrohraxe in derselben Horizontalebene befindet. Die beiden Lampen sind in zweifacher Weise beweglich; erstens können dieselben um ihre, durch die Flammenmitte gehende, senkrechte Axe eine volle Kreisbewegung ausführen und zweitens sind sie mit ihren Haltern um zwei, dicht an dem Fernrohrträger liegende, senkrechte Axen um etwa 180° in horizontalem Sinne drehbar. Diese letzterwähnten Axen werden durch die Mittellinien der Leuchtröhren *r* und r_1 (Fig. 1) gebildet. Jede Lampe hat zwei Rohransätze, von denen der eine, kürzere, um etwa 20° nach oben gerichtet ist, während der andere, längere, horizontal steht. Die kleineren Ansätze *a* dienen dazu, um Licht nach der Alhidadenlibelle *g* des Höhenkreises sowie auch eventuell nach einer Nivellirlibelle auf dem Fernrohr zu senden. Die Stellung der Lampen zu ersterem Zweck ist aus der Figur 1 bei *A* ersichtlich. — Die längeren horizontalen Ansätze *b* der Lampen haben wichtigere Aufgaben zu erfüllen. Dieselben dienen zur Erleuchtung des Gesichtsfeldes, der Nonien des Höhenkreises und der Nonien des Horizontalkreises. Um das Gesichtsfeld des Fernrohrs zu erleuchten erhält eine der Lampen die Stellung, welche in den Figuren 1 und 2 mit *B* bezeichnet ist, und der am Ende des Rohransatzes *b* angebrachte, um einen Stift drehbare Spiegel *s* wird in die Höhe geklappt (Fig. 2). Die Lichtstrahlen nehmen dann den Weg durch den Rohrstutzen *b* und gehen, nachdem sie durch die Sammellinse *i* parallel gemacht sind, durch die Bohrung der Fernrohraxe *c* bis in das Innere des Fernrohrs, wo dieselben durch ein Prisma *p* nach dem Ocular hingeworfen werden.

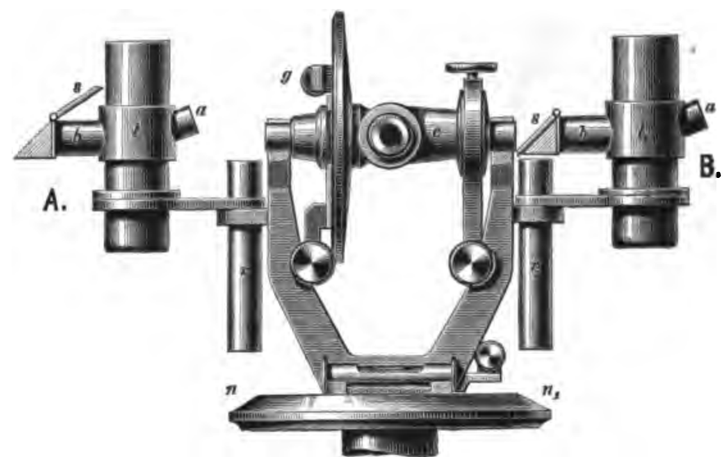


Fig. 1.

Zur Beleuchtung der Nonien des Höhenkreises ist es nur nöthig, die Lampe ein wenig zur Seite zu drehen, so dass das Licht derselben durch den Rohrstutzen *b* hindurch unmittelbar auf die Nonien fällt. Um die Nonien des Horizontalkreises zu erleuchten, erhalten die Spiegel *s* eine Neigung von 45°, so dass sie das Licht senkrecht nach unten reflectiren, und die Lampen werden gedreht, bis sie die in Fig. 3 (a. f. S.) mit *C* bezeichnete Stellung einnehmen, in der sie bei der Ablesung nicht im Geringsten hinderlich sind. Das Licht fällt dann durch den

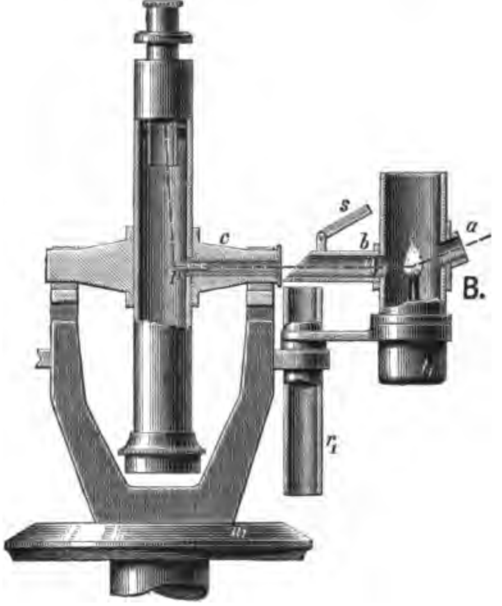


Fig. 2.

Rohrstutzen b auf den geneigten Spiegel s, wird nach unten reflectirt und gelangt durch das Leuchtrohr r_1 nach dem Nonius n_1.

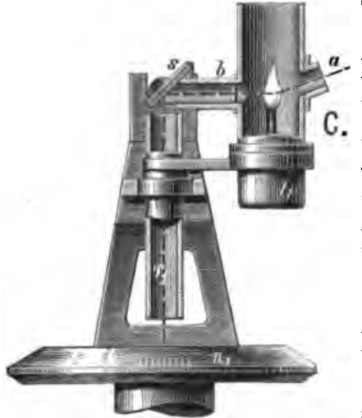


Fig. 3.

Da in den Skizzen der Einfachheit halber Lupen und Blenden weggelassen sind, so ist hierüber noch zu sagen, dass zur Herstellung der Blenden, die zur Dämpfung des Lichtes erforderlich sind, gewöhnliches Pauspapier angewendet werden kann. Eine Beleuchtung der Kreuzlibellen auf der Alhidade des Horizontalkreises wäre ebenfalls zu ermöglichen, aber sie erscheint überflüssig, da bei Aufstellung eines Theodoliten in allen Fällen grössere, lichtstärkere Lampen zur Hand sein werden.

Die beschriebene Beleuchtungsvorrichtung entsprach bei der kürzlich erfolgten Ausführung eines Probe-Instrumentes den Erwartungen in zufriedenstellendster Weise. Durch seitliches Bewegen der Lampen konnte die Helligkeit des Gesichtsfeldes mit grösster Sicherheit auf das gewünschte Maass gebracht werden. Auch die Beleuchtung der Nonien, sowohl am Vertical- wie am Horizontalkreise, war eine sehr gute.

Ueber die genaue Justirung des grossen Spiegels eines Sextanten, sowie über diejenige des Gauss'schen Heliotropen.

Von

Dr. **C. Braun**, S. J., in Mariaschein in Böhmen.

Die nachstehend beschriebene Methode zur genauen Justirung des grossen Spiegels eines Sextanten oder Spiegelkreises, welche meines Wissens bisher noch nicht zur Anwendung gekommen ist, dürfte sich durch ihre Einfachheit empfehlen.

Um den grossen Spiegel genau senkrecht zur Ebene des Sextanten oder Spiegelkreises zu richten, bedarf man eines zweiten Planparallelspiegels und eines Fernrohres, welches für „Selbstreflexion" eingerichtet ist. Der Spiegel wird auf die ebene Fläche des Instrumentes aufgelegt, möglichst nahe vor dem Hauptspiegel; nöthigenfalls ist die Alhidade etwas zu drehen, bis eine geeignete Stelle der Fläche gerade vor dem Spiegel sich befindet. Wenn die runde Scheibe, auf welcher dieser Spiegel befestigt ist, gut eben ist, dann kann der Hilfsspiegel auch auf dieses Tischchen gelegt werden; dies ist sogar noch vortheilhafter, jedoch wird man einen zur Pincette geformten dünnen Draht bedürfen, um den Spiegel sanft auf das Tischchen anzudrücken.

Nun giebt man dem Fernrohr und dem Sextanten eine solche gegenseitige Stellung, dass in der Richtung des Rohres jeder der beiden Spiegel im andern reflectirt gesehen wird, wozu natürlich nothwendig ist, dass beide Spiegel, oder doch namhafte Theile derselben innerhalb des cylindrischen Raumes liegen, aus welchem Strahlen parallel der optischen Axe auf das Objectiv gelangen können. Wird nun das Fadenkreuz von der Seite des Beobachters her beleuchtet, dann sieht man durch „Selbstreflexion" zwei Bilder des Fadenkreuzes, von denen das eine durch Strahlen entsteht, welche zuerst auf den Hauptspiegel und dann auf den Hilfsspiegel treffen, das andere aber durch solche, welche den umgekehrten Gang befolgen. Wenn die beiden Spiegel genau senkrecht zu einander sind, dann fallen diese beiden Bilder in

eines zusammen; ist aber ein Fehler $= f$ vorhanden, dann erscheint das eine Bild im Abstand $2f$ von dem direct gesehenen Fadenkreuz, während das andere in demselben Abstande von demselben nach der entgegengesetzten Richtung steht, vorausgesetzt dass das Rohr in der Ebene des Neigungswinkels der beiden Spiegel aufgestellt ist. Der Winkelabstand der beiden reflectirten Bilder ist daher stets $= 4f$. Man hat also ein sehr empfindliches Kriterium für die richtige Stellung des Hauptspiegels, da es einen etwaigen Fehler in vierfacher Vergrösserung direct zu sehen und allenfalls auch zu messen gestattet. Wenn man dann an der hinteren Justirschraube des grossen Spiegels ein wenig dreht, so wird man sogleich wahrnehmen, dass der Abstand der beiden reflectirten Fadenkreuze sich ändert. Es ist eine leichte Operation, die Justirung fortzusetzen, während man gleichzeitig die Erscheinung im Fernrohr verfolgt, bis die beiden Bilder sich genau decken. Dann sind die beiden Spiegel genau senkrecht zu einander, und folglich der grosse Spiegel senkrecht zur Ebene des Instrumentes.

Vortheilhaft für die Praxis wird es sein, wenn das Fadenkreuz so gedreht wird, dass die Verbindungslinie der beiden Spiegelbilder nicht in die Richtung eines Fadens fällt, sondern vielmehr unter 45° dagegen geneigt ist, was man daran erkennt, dass die Fäden der Spiegelbilder parallel zu den direct gesehenen sind. Auch sollte das Fernrohr nicht genau in der Neigungsebene der beiden Spiegel liegen, sondern ein klein wenig dagegen geneigt sein, weil sonst das direct gesehene Fadenkreuz gerade zwischen den beiden Spiegelbildern erscheint, und dadurch die genaue Einstellung auf deren gegenseitige Deckung erschwert.

Diese Methode hat den Vortheil, dass sie nicht eine sehr feste unbewegliche Aufstellung des Sextanten oder des Fernrohres erfordert. Man kann vielmehr dem Sextanten ganz erhebliche Bewegungen geben, ohne dass die Erscheinung im Gesichtsfelde im Wesentlichen alterirt würde. Eben deshalb ist auch die Möglichkeit geboten, die Justirung des Hauptspiegels in einem Zuge fortzusetzen, bis zur Erreichung der vollkommen richtigen Stellung. Auch ist es ein Vortheil, dass eine Drehbarkeit der Alhidade um 180° nicht erfordert wird, welche immerhin (namentlich bei Spiegelkreisen) einige Schwierigkeit bieten könnte.

Ein unbedeutender Nachtheil der Methode ist es, dass man aus der einfachen Erscheinung im Gesichtsfelde nicht entnehmen kann, ob ein Fehler in positivem oder in negativem Sinne vorliegt. Diese Unbestimmtheit verschwindet jedoch sogleich, sobald man nur ein wenig zu justiren anfängt.

Ein principieller Fehler könnte dann entstehen, wenn das Fernrohr nicht genau auf unendliche Entfernung eingestellt wäre. Indess kann man diese Einstellung nöthigenfalls während der Operation selbst, ohne irgend ein anderes Hilfsmittel, erreichen. Wenn man nämlich wahrnimmt, dass das direct gesehene Fadenkreuz und die beiden Spiegelbilder nicht zugleich scharf erscheinen, so ist ein Fehler in der Focaleinstellung vorhanden. Man wird dann dies Fadenkreuz dem Objectiv etwas nähern oder davon entfernen, bis alle drei Bilder bei gleicher Stellung des Oculars scharf erscheinen. Man kann auch durch Bewegung des Auges prüfen, ob das Fadenkreuz gegen sein Spiegelbild eine Parallaxe zeigt, und dann justiren, bis dieselbe verschwindet.

Wenn die beiden Spiegel gerade zusammenstossen, dann ist die Durchführung der Methode leichter und man kommt auch mit einem sehr kleinen Fernrohr zum Ziel, aber dies ist nicht nothwendig; die beiden Spiegel können vielmehr in ziemlicher Distanz von einander stehen; nur muss dann die Oeffnung des Rohres

eine grössere sein (30 bis 40 *mm*) und die zweckdienliche Richtung des Rohres ist dann etwas weniger leicht zu finden; auch wird es sich in diesem Fall empfehlen, etwaige besonders glänzende Theile des Instrumentes zu verdecken, und einen hellen Hintergrund zu vermeiden, damit nicht unnöthig viel fremdes Licht in das Rohr gelangt.

Ich habe diese Methode an einem alten Sextanten erprobt, dessen Spiegel fast erblindet ist; als zweiten Spiegel nahm ich nicht einen planparallelen, sondern ein Stück von einem gewöhnlichen Glas-Silber-Spiegel. Das Fernrohr hatte nur 16 *mm* Oeffnung. Trotzdem konnte ich die beiden Spiegelbilder zu beiden Seiten des direct gesehenen Fadenkreuzes hinreichend deutlich unterscheiden.

Man kann auch den kleinen Spiegel des Sextanten ganz nach derselben Methode justiren. Allein wenn der grosse Spiegel einmal genau justirt ist, dann kann die Justirung des kleinen einfacher erreicht werden. Man hat nur die Alhidade ein wenig um den Nullpunkt zu bewegen. Das zweimal reflectirte Bild eines fernen Gegenstandes muss dann genau durch das direct gesehene Bild mit vollkommener Deckung hindurchgehen. Wenn dies mit einiger Justirung erreicht ist, dann steht auch der kleine Spiegel richtig. Wenn statt dieses Spiegels ein Reflexionsprisma benutzt wird, dann dürfte diese Methode auch die einzige sein, welche sich empfiehlt.

Es ist klar, dass das im Obigen beschriebene Verfahren überall anwendbar ist, wo zwei Spiegel genau auf die gegenseitige senkrechte Stellung verificirt werden sollen. So ist namentlich die Prüfung eines Gauss'schen Heliotropen eine leichte Operation. Man wird dabei ebenfalls einen planparallelen Hilfsspiegel auf einen der zwei grösseren seitlichen Spiegel legen, und dann ganz wie oben beschrieben prüfen, ob der Hilfsspiegel zu dem kleinen mittleren Spiegel des Heliotropen senkrecht ist.

Mittels Selbstreflexion kann auch die vollständige Justirung des Gauss'schen Heliotropen durchgeführt werden. Man bedarf dazu nur noch eines zweiten kleineren Planparallel-Spiegels und eines besonderen Oculares, durch welches das Fernrohr des Heliotropen selbst für Selbstreflexion tauglich wird.

Man befestigt den ersten Hilfsspiegel durch einen elastischen Bügel aus Draht mit der Rückseite auf einem der beiden seitlichen Spiegel des Instrumentes, so dass er gegen die Mitte überragt, und den zweiten kleineren auf dem überragenden Theil desselben, die Rückseiten gegeneinander. Führt man nun die Selbstreflexion an der Vorderseite des ersteren aus, so wird eventuell das Spiegelbild des Fadenkreuzes auch bei der grössten Annäherung an das direct gesehene Fadenkreuz in einem gewissen Abstand von diesem erscheinen. Dreht man nun den Spiegel in den Lagern um 180°, so dass der zweite Hilfsspiegel wirksam wird, und das Spiegelbild erscheint wieder in demselben Abstand, dann ist die Lage des Spiegels in seiner Fassung richtig, aber die Drehungsaxe ist noch nicht senkrecht zur optischen Axe des Rohres. Dieses ist dann erreicht, wenn durch Justirung der Axenlager jener Abstand auf 0 reducirt ist, d. h. wenn das Fadenkreuz mit dem Spiegelbild sich deckt. Es ist nicht schwer, diese Stellung und eventuell jene Lage des Spiegels gleichzeitig zu justiren. Die Operation ist ganz analog derjenigen, durch welche mittels einer Libelle sowohl diese selbst justirt als auch die Unterlage horizontal gerichtet wird.

Nun wird das oben beschriebene Verfahren durchgeführt in Bezug auf den kleinen mittleren Spiegel und den überragenden Theil des Hilfsspiegels, und der erstere so lange justirt, bis die beiden Spiegelbilder sich genau decken. Endlich wird der Hilfsspiegel abgenommen und auf den zweiten seitlichen Spiegel, falls

ein solcher vorhanden ist, in ganz gleicher Weise befestigt, und dasselbe Verfahren wieder ausgeführt in Bezug auf den überragenden Theil desselben und den mittleren Spiegel. Dabei wird der zweite seitliche Spiegel in seiner Fassung justirt, bis wieder die beiden Spiegelbilder sich genau decken. Damit ist die vollständige Justirung des ganzen Instrumentes beendet. Bei diesen beiden letzteren Operationen kommt der kleinere Hilfsspiegel nicht mehr zur Verwendung.

Die beschriebene Methode der vollständigen Justirung des Heliotropen dürfte wohl einfacher und leichter durchzuführen sein als mittels eines eigenen Collimators, besonders da weder eine feste Aufstellung, noch auch geeignete ferne Miren erfordert werden. Für den Besitzer eines Heliotropen wird auch die Anschaffung eines theueren Collimators wohl weniger erwünscht erscheinen als die der erwähnten kleinen Vorrichtungen, welche auch zu andern Zwecken dienen können. —

Ebenso kann auch die Glasplatte des Miller'schen Heliotropen sehr genau und leicht verificirt werden in Bezug auf die gegenseitige senkrechte Stellung je zweier Flächen derselben, während für diesen Zweck kaum ein anderes Mittel vorhanden sein wird, welches mit derselben Genauigkeit zum Ziele führen könnte, wenn nicht etwa ein gutes Reflexionsgoniometer zur Verfügung steht.

Das Princip der Selbstreflexion könnte auch in anderer Weise für den Sextanten zu dem gleichen Zweck Anwendung finden, wobei jedoch vorausgesetzt wird, dass die Alhidade eine Drehung um 180° zulässt. Ein planparalleler Hilfsspiegel wird mit einer Ecke auf die Vorderfläche des grossen Spiegels mittels einer einfachen elastischen Spange aus dünnem Draht angedrückt. Nun stellt man Fernrohr und Sextant so auf, dass das Fadenkreuz des Fernrohres durch Selbstreflexion an dem grossen Spiegel mit seinem Spiegelbild sich deckt, und sonach die optische Axe des Rohres genau senkrecht zum Spiegel steht. Dann dreht man die Alhidade um 180°, und sieht zu, ob nun die Axe genau senkrecht zum zweiten Spiegel stehe; oder wenn die Theilung nicht soweit reicht, ob bei irgend einer Stellung der Alhidade das Fadenkreuz mit dem am zweiten Spiegel reflectirten Bild desselben zusammenfällt. Giebt es keine Stellung, bei welcher dies der Fall ist, so ist ein Fehler vorhanden, und zwar ist derselbe gleich $^1/_4$ des kleinsten erreichbaren Winkelabstandes der beiden Fadenkreuze.

Bei dieser Methode ist aber erforderlich, dass der Sextant oder Spiegelkreis unbeweglich festgeklemmt werde, so dass durch das Drehen der Alhidade keine Aenderung der Stellung des Instrumentes selbst eintreten kann. Man kann dann auch nicht in einem Zug die Correction vollenden, sondern muss nach jeder Justirung die Prüfung wieder von Neuem anstellen. Und ferner könnte auch bei einem Sextanten die Alhidade, wenn sie nicht mehr auf der Ebene des Instrumentes aufliegt, durch ihr Gewicht die normale Stellung des Hauptspiegels ein wenig alteriren.

Welche Gründe für oder gegen eine dieser Methoden das meiste Gewicht haben, wird am Sichersten die Praxis entscheiden.

Einfluss der Auszugsweite des Oculares auf den Collimationsfehler der Visirlinie des Theodoliten.

Von

Prof. Dr. **Wilhelm Tinter** in Wien.

Bei dem Theodolithen und ähnlich gebauten Instrumenten wird unter Anderem auch die Eigenschaft gefordert, dass die Visirlinie des Fernrohres zu der horizontalen Drehaxe desselben senkrecht stehe.

Versteht man unter der Visirlinie des Fernrohres die Gerade, welche den zweiten Hauptpunkt des Objectives, bezüglich des Objectivsystemes, mit dem Kreuzungspunkte der Fäden verbindet, so wäre die vollkommenste Construction des Fernrohres, insoweit die Lage der optischen Axe gegen die horizontale Drehaxe unter Voraussetzung der Centrirung der Linsen in Betracht kommt, offenbar die, dass die geometrische Axe des Linsensystemes zur horizontalen Drehaxe des Fernrohres senkrecht stehe, dass der Kreuzungspunkt der Fäden in dieser Axe liege und auch in derselben bleibe, wenn mit dem Fernrohre verschieden entfernte Gegenstände beobachtet werden, somit das Fadennetz in verschiedene Entfernungen vom Objective gebracht wird. Es sollte demnach auch verlangt werden, dass die Visirlinie des Fernrohres für die verschiedenen Auszugsweiten des Oculares zu der horizontalen Drehaxe senkrecht bleibe.

Man gelangt zur Kenntniss der Eigenschaft, ob für die verschiedenen Auszugsweiten des Oculars die Visirlinie zur horizontalen Drehaxe senkrecht bleibt, auf die einfache Weise, dass man die Bestimmung des Collimationsfehlers für verschieden entfernte gut zu pointirende Objecte vornimmt; erhält man hierbei denselben Werth des Collimationsfehlers, so ist diese Eigenschaft erfüllt; im anderen Falle ist dargethan, dass die Visirlinie ihre Lage gegen die horizontale Drehaxe beim Einstellen auf verschieden entfernte Gegenstände ändert.

Um zu sehen, in wie weit Instrumente zum Messen der Horizontalwinkel der ausgesprochenen Bedingung gerecht werden, habe ich für einen grossen Theodoliten von G. Starke den Collimationsfehler für verschiedene Auszugsweiten des Oculares ermittelt; die Resultate waren folgende:

Für die Auszugsweite 0,0 *mm* (Fadennetz in der Brennebene) war der Collimationsfehler $c = -\ 2{,}''50 \pm 0{,}''17$

„	„	„	„	3,5 „	$c = +\ 0{,}45 \pm 0{,}16$
„	„	„	„	4,2 „	$c = +\ 2{,}26 \pm 0{,}23$
„	„	„	„	12,0 „	$c = +\ 20{,}70 \pm 0{,}19$
„	„	„	„	20,6 „	$c = +\ 37{,}93 \pm 0{,}21$

Da die Brennweite des Objectives 368,8 *mm* ist, so entsprechen diesen Auszugsweiten die Bildweiten: 368,8 bezw. 372,3; 373,0; 380,8 und 389,4 *mm* oder die Entfernungen der anvisirten Objecte: ∞; 39,2; 32,7; 11,7 und 6,97 *m*. Denkt man sich von dem zweiten Hauptpunkte des Objectives eine Senkrechte zur horizontalen Drehaxe gezogen, so sind die den vorstehenden Collimationsfehlern entsprechenden Abweichungen des Kreuzungspunktes der Fäden von dieser Senkrechten: — 0,0045, + 0,0008, + 0,0032, + 0,0038 und + 0,072 *mm*.

Man erkennt aus den obigen Werthen des Collimationsfehlers, dass man auch bei geodätischen Operationen von geringerer Genauigkeit, besonders wenn die Entfernungen der anvisirten Zielpunkte und deren Zenithdistanzen beträchtlich verschieden sind, es nicht unterlassen darf, der Veränderlichkeit des Collimationsfehlers mit der Auszugsweite durch Beobachten in beiden Lagen des Fernrohrs Rechnung zu tragen.

In gleicher Weise wie der Collimationsfehler darf selbst bei weniger genauen geodätischen Arbeiten die Biegung des Fernrohrs nicht vernachlässigt werden. Es ist vielleicht zu wenig allgemein bekannt, dass dieselbe beträchtliche Werthe erreichen kann. Bei dem oben erwähnten, zum Durchschlagen (mit der Objectivseite) eingerichteten Theodoliten betrug die Biegungsconstante $b = +\ 7{,}07''$, ein

Betrag, der bei Messung von Zenithdistanzen gewiss nicht ausser Acht gelassen werden darf.

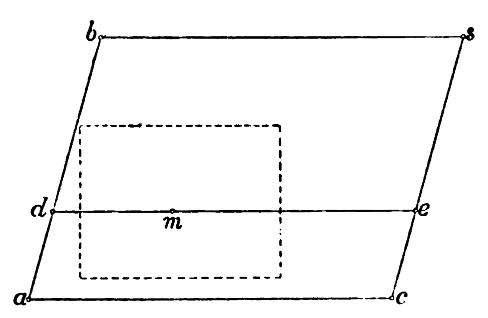
Für die grossen Theodolithe dürfte es sich, um die Biegung zu vermindern, empfehlen, statt der cylindrischen Form des Rohres die conische Form zu wählen. Meines Erachtens sollte man in den Lehrbüchern über Geodäsie, welche das trigonometrische Höhenmessen behandeln, auch der Biegung des Fernrohres und ihres Einflusses auf die Verticalwinkelmessung gedenken.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber einen Pantographen zur Herstellung von Sternkarten mittels photographischer Aufnahme.

Von Dr. O. Lohse in Potsdam.

Um Sternphotographien der leichten und bequemen Betrachtung zugänglich zu machen, müssen dieselben entweder mit Hilfe eines Coordinatenapparates ausgemessen und dann aufgezeichnet werden, oder man muss von dem Originalnegativ eine Vergrösserung auf photographischem Wege herstellen und diese Vergrösserung auf Papier copiren. Das erstere Verfahren ist ein sehr zeitraubendes und mühevolles, und es verlohnt sich nur dann, dasselbe anzuwenden, wenn die Positionen der Sterne genauer bestimmt werden sollen, als dies für eine Karte erforderlich ist. Nach dem zweiten Verfahren habe ich Sternkarten angefertigt; dasselbe erwies sich aber ebenfalls als sehr umständlich, da die schwächeren Sterne sich nicht hinreichend deutlich abbilden, eine Nachhilfe mit der Hand daher meistens nöthig wird. In Anbetracht dieser Schwierigkeiten möchte ich eine pantographische Einrichtung in Vorschlag bringen, die meines Erachtens geeignet sein dürfte, bei der Herstellung photographischer Sternkarten gute Dienste zu leisten. Die Form des projectirten Apparates habe ich in beistehender Figur schematisch dargestellt.



Der durch das Parallelogramm angedeutete äussere Rahmen des Apparates hat die erforderlichen Drehpunkte in *a*, *b*, *s* und *c*, von denen *a* bestimmt ist, feststehend zu sein, während *s* mit einer Schreibvorrichtung in Verbindung steht, die dazu dienen soll, die Sternörter auf der herzustellenden Karte zu markiren. Die Linie *de* entspricht einem zu *ac* bezw. *bs* parallelen Arme, der in *d* und *e* drehbar mit dem äusseren Rahmen verbunden ist, und der bei *m* ein Mikroskop zu tragen hat. Das punktirte Rechteck deutet die Stelle an, wo das Sternnegativ hin zu liegen kommt, von welchem die Sterne durch *s* in vergrösserten Distanzen, aber winkeltreuer Lage abgebildet werden sollen. Die ganze Construction des Apparates muss natürlich eine sehr solide, und die Führung in den sechs Gelenken besonders eine sehr sichere sein, jedoch kann dies keine erheblichen mechanischen Schwierigkeiten bieten. Die Vorrichtung würde in der Weise functioniren, dass man den betreffenden Stern mit Hilfe des im Mikroskop befindlichen Fadenkreuzes einstellt und darauf bei *s* einen Druck auf den Schreibapparat ausübt, damit auf der untergelegten Papierfläche ein Punkt markirt wird.

Für das Mikroskop wäre der Leichtigkeit wegen ein möglichst kurzes Instrument zu wählen, was um so mehr statthaft ist, als nur eine schwache Vergrösserung verlangt wird. Das Complicirteste an dem ganzen Arrangement würde möglicher Weise die Schreibvorrichtung bei *s* sein, da es wünschenswerth erscheint, dieselbe so einzurichten, dass verschiedene Sterngrössen in Form von kleinen Scheibchen mit verschiedenen Durchmessern

dargestellt werden können; dies wird mit Hilfe von Kautschuktypen, die sich beim Gebrauche von selbst färben, erreicht werden können.

Ich bemerke noch, dass man es in der Hand hat, die Vergrösserung, welche der Pantograph geben soll, nach Belieben zu wählen, aber es wird meistens genügen, das Instrument für eine bestimmte Vergrösserung bleibend einzurichten.

Potsdam, im April 1888.

Das Fachzeichnen der Fachschule für Mechaniker an der Handwerkerschule zu Berlin.

Von K. Hrabowski, Fachlehrer an der Handwerkerschule zu Berlin.

Die diesjährige öffentliche Ausstellung von Schülerarbeiten der Handwerkerschule, welche gleichzeitig mit denen der andern gewerblichen Schulen und mit der Ausstellung von Lehrlingsarbeiten vom 13. bis 27. Mai im Königlichen Ausstellungsgebäude am Lehrter Bahnhof stattfand, gab Gelegenheit, über die seitens der Handwerkerschule beim Fachzeichnen für Mechaniker befolgte Methode, sowie über die bisher erzielten Erfolge ein Urtheil zu gewinnen.

Die Zeichnungen der Mechanikerfachschule sowie die der Abend- und Sonntags-Fachzeichenkurse, mehrere Hunderte an der Zahl, waren nach der beim Unterricht befolgten Stufenfolge geordnet. Auf die geometrischen Zeichnungen, Projectionen von einfachen Körpern mit durchgelegten Schnitten, Netzabwickelungen und die Projectionen von besonderen Fachgegenständen und Körperdurchdringungen folgten die nach Aufnahme und Modell gezeichneten Instrumententheile, dann kleinere und grössere Instrumente und zuletzt die Entwürfe typischer Instrumententheile und ganzer Instrumente. In jeder Gruppe war der Unterrichtsgang vom Leichten zum Schwereren veranschaulicht.

Der ganze Lehrstoff wird, wie die Ausstellung zeigte, in der Mechaniker-Fachschule schneller durchgenommen, als in den Abend- und Sonntagsklassen. Der Grund liegt darin, dass einmal die Schüler der letzteren Klassen meist Lehrlinge sind und nicht die Energie besitzen, wie sie die Gehilfen in der Mechaniker-Fachschule haben, und dass ferner erstere nach des Tages Arbeit nicht mehr die geistige Frische haben können wie die Schüler der Fachschule, die ihre ganze Kraft einzig dem Unterrichte widmen. Trotzdem standen die Zeichnungen der Abendkurse in Bezug auf Richtigkeit und Güte denen der Fachschule nur wenig nach und dies ist zum grossen Theil der Methode des Unterrichts zuzuschreiben; es sei gestattet, das Princip derselben kurz zu entwickeln.

Die Unterrichtsmethode muss eine derartige sein, dass nicht nur die begabten, sondern auch die weniger begabten Schüler gute Fortschritte machen, und dies ist nur möglich, wenn der Lehrer im Einzelunterricht mit jedem Schüler nach seiner Befähigung vorgeht. Durch ein zu langsames Fortschreiten wird der Schüler nicht rasch genug gefördert und verliert das Interesse am Unterricht. Ein zu schneller Entwicklungsgang ist ebenso schädlich; der Schüler kann die Aufgabe dann nur mit beständiger Nachhilfe des Lehrers lösen und lernt dabei nur wenig. Die Aufgaben müssen so auf einander folgen, dass der Schüler sie, wenn auch mit Anstrengung, doch möglichst selbständig lösen kann. In den Abend- und Sonntags-Fachzeichenkursen wird der junge Mechaniker bei durchschnittlich vier Stunden wöchentlich in etwa fünf Halbjahren dahin gebracht, nach Modell von jedem beliebigen Apparat instructive Werkstattzeichnungen herstellen zu können. In der Mechanikerfachschule (14 Stunden Zeichenübungen wöchentlich, bei im Ganzen 40 Unterrichtsstunden) werden die Gehilfen in einem halbjährigen Kursus ebensoweit ausgebildet, auch wenn sie vorher noch nicht gezeichnet hatten.

Der Unterricht geht in der oben entwickelten Stufenfolge vorwärts. Die geometrischen Zeichnungen haben den Zweck, den Schüler mit den Elementen des Zeichnens vertraut zu machen. Alle die kleinen Aufgaben und Griffe, die später beim Fachzeichnen vorkommen, werden hier durchgenommen und eingeübt. Bei den Projectionen von einfachen Körpern mit durchgelegten Schnitten und bei den Netzabwickelungen, welche nach

Modell und wie alles Folgende grundsätzlich ohne Zuhilfenahme irgend eines Vorlageheftes gezeichnet werden, gewinnt der Schüler die für das spätere Fachzeichnen unbedingt nothwendige räumliche Anschauung. Dieses Körperzeichnen ist deshalb, wenn es richtig gehandhabt wird, von grösster Bedeutung für die Ausbildung des Schülers; dasselbe vermittelt auch dem weniger begabten Schüler die räumliche Anschauung, und ist diese gewonnen, so ist der schwierigste Schritt in seiner Ausbildung gethan. In neuerer Zeit hat man in vielen Schulen wieder angefangen, Vorlagehefte nicht nur für das Projiciren von Körpern, sondern sogar für das Fachzeichnen zu verwenden. Die Verfasser der Vorlagehefte treten natürlich am Wärmsten für deren Anwendung ein, können aber als Hauptgrund für dieselben nur anführen, dass der Lehrer mit ihrer Hilfe im Stande ist, mit weniger Anstrengung eine grössere Schülerzahl zu unterrichten.

Wenn ein Schüler mit Erfolg das Körperzeichnen geübt hat, so kann er die nun folgenden schwierigeren Projectionen von Fachgegenständen und Durchdringungen von Körpern nicht nur mathematisch richtig, sondern auch so lösen, dass die Zeichnungen ein gutes Aussehen haben. Der Schüler fühlt nun selbst, dass er tüchtig vorwärts gekommen ist, und die Freude darüber hilft ihm über das Schwierige hinweg. Auch für die Durchdringungen werden meist nur solche Aufgaben gewählt, wie sie in der Mechanikerpraxis vorkommen. Die ersten Instrumententheile werden nicht direct nach Modell gezeichnet, sondern nach vorher gemachten Maassskizzen. Hat der Schüler mehrere gute Maassskizzen geliefert, dann wird, um Zeit zu sparen, direct nach Modell gezeichnet. Sowohl bei den Instrumententheilen als auch bei den später folgenden ganzen Instrumenten kommt es darauf an, mit wenig Ansichten, überhaupt mit so wenig wie möglich Strichen, dieselben so genau, wie es für die Werkstatt nöthig ist, zu bestimmen. Von zwei Zeichnungen, von welchen jede einen beliebigen Apparat in allen seinen Theilen genau bestimmt, ist diejenige die bessere, auf welcher weniger Figuren und überhaupt Striche sind. Je weniger Figuren und Striche auf einer Zeichnung sind, desto leichter ist sie zu übersehen, und desto weniger Zeit erfordert ihre Anfertigung. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich z. B., nur dann punktirte Linien für verdeckte Kanten zu zeichnen, wenn dies zum besseren Verständnisse der Zeichnung oder zur genaueren Bestimmung der Theile beiträgt.

Auf der Ausstellung der Mechaniker-Fachschule befanden sich auch eine grössere Anzahl Zeichnungen von Zahnräder-Constructionen, die Evolventen und Cykloidenverzahnung von Satzrädern und verschiedene Einzelradverzahnungen, wie sie auch in der Mechanikerpraxis vorkommen. Derartige Constructionen können nicht in den Abend- und Sonntagsklassen, sondern nur in der Fachschule gemacht werden, wo den betreffenden Zeichenübungen bei dem Unterricht in der technischen Mechanik theoretische Erörterungen vorausgehen.

Unter den Zeichnungen von ganzen Instrumenten befand sich zum ersten Male auf einer Ausstellung eine Werkstattspause von den Theilen eines daneben ausgestellten grösseren Apparates. Der Apparat war durch mehrere Projectionen mit eingezeichneten Schnitten genau bestimmt; auf der Pause waren die einzelnen Theile für die Werkstatt heraus gezeichnet. Derartige Pausen sind, wie einige der hervorragendsten Mechaniker bei Besichtigung der Zeichnungen anerkennend äusserten, sehr lehrreich für den Schüler, weil er dieselben nur dann herstellen kann, wenn er den Apparat in allen seinen Theilen richtig verstanden hat. Das „Herauspausen“ hat gegenüber dem althergebrachten „Herauszeichnen“ den Vortheil, dass viel Zeit damit erspart wird.

Das Entwerfen typischer Theile, auf der oberen letzten Stufe des Unterrichts, beginnt erst dann, wenn die Schüler im Fachzeichnen ausgebildet sind, d. h. wenn sie von jedem beliebigen Apparat eine gute Werkstattzeichnung herstellen können. Während bei dem Entwurf eines ganzen Instrumentes nur wenige interessante Theile vorkommen, werden hier nur die wichtigen Theile der Instrumente systematisch geordnet gezeichnet. Der geistige Inhalt einer guten Zeichnung typischer Instrumententheile ist daher viel grösser als der einer gleich grossen Zeichnung, die irgend ein ganzes Instrument darstellt. Einige besonders

wichtige Gruppen von solchen Theilen, z. B. allerlei Verbindungen, Gelenke oder Justireinrichtungen werden bei dem Unterricht in der Fachschule an der Wandtafel skizzirt und erläutert, indem zugleich die Vortheile und Nachtheile der verschiedenen Constructionen besprochen werden. Hier lernt der Schüler die verschiedenen Gesichtspunkte kennen, unter welchen man gewisse Theile betrachten muss, so dass er später bei selbständigen Entwürfen und Zusammenstellungen von anderen Constructionstheilen dieselben auf ihre Verwendbarkeit und auf ihre grössere und geringere Präcision untersuchen kann.

In den drei Jahren, seitdem die Mechaniker-Fachschule besteht, sind als Modelle für den Zeichenunterricht nur solche Instrumententheile angeschafft worden, die sich unter die typischen Theile rechnen lassen. Die Schule kauft dieselben möglichst aus den Werkstätten an, welche dieselben zuerst ausgeführt oder mehrmals angewendet haben. Die Inhaber von Werkstätten werden daher die Schule zu Dank verpflichten, wenn sie auch fernerhin durch Hinweis auf neue typische Modelle das Gedeihen der Mechanikerabtheilungen der Handwerkerschule fördern wollen.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate in Köln.

Die Arbeiten für die im September d. J. in Verbindung mit der 61. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Köln stattfindende wissenschaftliche Ausstellung auf dem Gebiete der Medizin und Naturwissenschaften nehmen einen rüstigen Fortgang. Bereits 100 Firmen, darunter angesehene Mechaniker des Inlandes und Auslandes, besonders Oesterreichs und Englands, ferner mehrere wissenschaftliche Institute haben eine Beschreibung der auszustellenden Gegenstände eingesandt, so dass auch die diesjährige hiesige Ausstellung wie ihre Vorgängerinnen in Berlin und Wiesbaden viel des Interessanten bieten wird. Die Neuerung, dass den Besuchern auch Gelegenheit zum Ankauf der ausgestellten Gegenstände geboten ist, wird vielen Gelehrten willkommen sein; die verkauften Gegenstände können jedoch vor Schluss der Ausstellung nicht zurückgezogen werden. Die Ausstellungsgegenstände sind bis zum 1. September einzuliefern. Anmeldebogen sind durch das Bureau der Ausstellung (Köln, Unter-Sachsenhausen 9) zu beziehen.

Ausstellung ophthalmologischer Hilfsmittel.

Während der Dauer des in Heidelberg vom 8. bis 11. August l. J. tagenden internationalen Ophthalmologen-Congresses wird eine Ausstellung neuer Apparate, Instrumente und Verbandmittel stattfinden, welche in den letzten Jahren auf dem Gebiete der Augenheilkunde construirt und ausgeführt sind. Anmeldungen werden bis zum 20. Juli an Mechaniker R. Jung oder Instrumentenmacher W. Welb, beide in Heidelberg, erbeten, welche auch für Aufstellung, Verpackung und Rücksendung der Gegenstände Sorge tragen wollen. Etwaige Interessenten wollen sich wegen weiterer Auskunft an einen der beiden Herren wenden.

Referate.

Das secundäre Spectrum von Objectiven, die C. Bamberg aus neuen Jenaer Gläsern hergestellt hat.

Von H. C. Vogel. *Vierteljahrsschr. d. astr. Ges. 22. S. 142.*

Ueber die Methode H. C. Vogel's „zur Bestimmung der Brennpunkte und der Abweichungskreise eines Fernrohrobjectivs für Strahlen verschiedener Brechbarkeit“ (*Berl. Monatsber. 1880, S. 433*) ist an dieser Stelle seiner Zeit berichtet worden. (Vergl. *diese Zeitschr. 1881, S. 70.*) Das Verfahren Vogel's ist in ganz vorzüglicher Weise geeignet, eine Orientirung über die Art der Achromatisirung eines gegebenen Objectivs zu gewähren und es gestattet auch, die Grösse des secundären Spectrums und der durch dasselbe be-

dingten Bildfehler zu bestimmen. Das Verfahren ist mit sehr geringen Hilfsmitteln auszuführen; es erfordert nichts als einen geradsichtigen Prismensatz in oder hinter dem Ocular und zum Zwecke der Längenmessung eine Theilung am Ocularauszug.

Bei der Messung der secundären Spectra kleinerer Objective, etwa unter 5 *Zoll* Oeffnung, macht sich jedoch der Einfluss der chromatischen Fehler des Auges und Ocularapparates bemerklich und kann das Resultat unter Umständen wesentlich verfälschen. Hierauf durch den Referenten aufmerksam gemacht hat H. C. Vogel bei seiner Bestimmung des chromatischen Correcturzustandes der Objective, welche C. Bamberg in Berlin aus neuem Jenaer Glas zunächst nur zu Versuchszwecken hergestellt hat, dem bezüglichen Umstande Rechnung getragen. Referent hatte vorgeschlagen, mit dem zu benutzenden Ocularspectroskop die scheinbare chromatische Abweichung des von einem kleinen Quecksilbertröpfchen reflectirten Sonnenbildchens für sich zu bestimmen und von dem am Objectivbild erhaltenen Resultat in Abzug zu bringen. Erstere Abweichung ist, wie bemerkt, eine scheinbare, in Wahrheit vom Ocular und Auge herrührende. Die Differenz beider Messungen muss also die wahre chromatische Abweichung des Objectivs ergeben.

Prof. Vogel giebt über seine Untersuchungen an der oben bezeichneten Stelle folgenden Bericht, den wir des ihm anhaftenden Interesses wegen hier wörtlich wiedergeben:

„Es ist zur Zeit gelungen, Objective herzustellen, deren secundäres Spectrum so ausserordentlich gering ist, dass der mangelnde Achromatismus des Auges bei der Bestimmung der Farbenabweichung des Objectives nach der spectroskopischen Methode in Rücksicht gezogen werden muss.

„Die beiden besten aus Jenaer Glas gefertigten Objective hatten folgende Dimensionen:

Objectiv I: Oeffnung 134 *mm*, Brennweite 1973 *mm*
„ II: „ 176 „ „ 2500 „

„Beide Objective waren in der Glasschleiferei von C. Bamberg in Berlin hergestellt. Ich gebe hier einige Messungsresultate und lasse zur Vergleichung die früheren (*Monatsber. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin 1880, April 29*) für je ein Objectiv von Fraunhofer und Grubb folgen:

Wellenlänge.	Chromatische Längenabweichung in Bruchtheilen der Brennweite.			
	Objectiv I.	Objectiv II.	Obj. Fraunhofer.	Objectiv Grubb.
710	— 0,00005	+ 0,00002	— 0,00067	+ 0,00079
650	+ 0,00005	+ 0,00005	+ 0,00023	+ 0,00032
590	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
530	— 0,00006	— 0,00010	+ 0,00024	— 0,00012
470	+ 0,00015	+ 0,00005	+ 0,00086	+ 0,00092
410	+ 0,00110	+ 0,00040	+ 0,00260	+ 0,00268

„Aus obiger Zusammenstellung ist der ausserordentliche Fortschritt ersichtlich, der in der Vervollkommnung der Objective in Bezug auf Achromasie erzielt worden ist. Besonders für die spectralanalytische Untersuchung ist aber eine möglichste Vereinigung aller Strahlen in einem Punkte von grösster Bedeutung. Bei den grossen Instrumenten der Jetztzeit liegen die Vereinigungspunkte der Strahlen verschiedener Wellenlängen bis zu einigen Centimetern auseinander, und es wird in Folge dessen zur Unmöglichkeit, einen Gesammtüberblick über ein Sternspectrum zu erlangen. Dies dürfte aber bei den neuen Objectiven auch bei sehr grossen Dimensionen noch erreicht werden. So beträgt z. B. bei dem neuen grossen Wiener Refractor der Maximalwerth der chromatischen Längenabweichung über 30 *mm*. Ein Objectiv mit den günstigen Verhältnissen des Objectivs II, auf die Dimensionen des Wiener Refractors übertragen, würde dagegen für diesen Maximalwerth nur 5 *mm* ergeben, der bei Anwendung eines Oculars von 1 *Zoll* Aequivalent-Brennweite der Accomodation des Auges keine Schwierigkeiten bereiten würde.“

Ref. will auf das Thema der Objective aus Jenaer Glas ein anderes Mal näher eingehen und hier nur die Bemerkung hinzufügen, dass Prof. Vogel's Messungen mit den Rechnungen des Ref., nach welchen die Objective construirt worden sind, in befriedigender Uebereinstimmung stehen. *Cz.*

Bestimmung der chromatischen Abweichung achromatischer Objective.

Von M. Wolf. *Wied. Ann.* ***33.*** *S. 212.*

Verf. hat seine Bemühungen gleichfalls (vgl. das vorstehende Referat) auf die Beseitigung des Einflusses chromatischer Fehler des Systems (Ocular und Auge) auf die Resultate der nach der Vogel'schen Methode angestellten Messungen gerichtet. (Von „Hauptbrennweiten", wie es im Text heisst, kann hier jedoch nicht die Rede sein; nur die Lage der Brennpunkte wird mittels dieser Methode bestimmt.) Wolf hat von dem modificirten Verfahren Vogel's offenbar noch nicht Notiz nehmen können; die Modification, welche er selbst vorschlägt, bezweckt ausserdem, das Verfahren im Laboratorium, bezw. der Werkstatt zur Anwendung zu bringen und dies ist natürlich eine grosse Bequemlichkeit. Zu letzterem Zwecke wendet Wolf das Princip der Autocollimation an, während im Wesentlichen sein Verfahren das vom Ref. vorgeschlagene ist. Die Einrichtung Wolf's ist folgende. Das zu untersuchende Fernrohr wird horizontal gelagert. Vor das Objectiv wird vertical und senkrecht zur optischen Axe eine versilberte ebene Glasplatte gestellt. In den Ocularauszug wird ein mit einer seitlichen Oeffnung versehener Korkring geschoben, durch welche ein Heliostat Sonnenlicht auf ein in der Mitte des Korkringes befindliches Quecksilbertröpfchen wirft. Dies Quecksilbertröpfchen wird von einem dünnen, verticalen, aussen berussten Glasröhrchen getragen, das oben gerade abgeschnitten und bis auf eine enge Oeffnung zugeschmolzen, unten in einen mit Quecksilber gefüllten hohlen Kork gekittet ist; eine im unteren Theile dieses Korkes befindliche Schraube gestattet die Grösse des Quecksilbertröpfchens zu regeln. Verf. benutzte Tropfen von weniger als 0,4 *mm* Durchmesser auf Glasröhrchen von weniger als 0,27 *mm* weiten Oeffnungen. Das vom Quecksilbertropfen reflectirte minimale Sonnenbild sendet nun sein Licht durch das Objectiv auf den vor demselben aufgestellten Spiegel, von welchem es wieder durch das Objectiv nach dem Ocular reflectirt wird.

„Befindet sich das Sonnenbild auf dem Tröpfchen in der Brennebene des Objectivs, so kommt nach der Reflexion im Glasspiegel durch das Objectiv ein Bild von jenem ebenfalls in der Brennebene zu Stande, und nur dann sind das Sonnenbild auf dem Tropfen und das durch das Objectiv davon erzeugte Bild in einer Ebene, der Brennebene, wenn das erstere in der Brennebene stand; betrachtet man daher ein directes Bild auf dem Quecksilbertröpfchen und das vom Objectiv erzeugte gleichzeitig durch das Ocular, so sind bis auf sehr kleine Grössen beide nur dann gleichzeitig scharf, wenn beide in der Brennebene liegen."

Zur scharfen Einstellung auf das directe und das gespiegelte Bild ist auf den Ocularauszug mit Kolophoniumkitt ein Schlitten aus Spiegelglasplatten gelagert, der in einem Korkringe ein mit stark convexer Linse versehenes Spectroskop trägt. Es wird nun eine Farbe, z. B. die F-Linie des directen, d. h. des vom Sonnenbilde auf dem Kügelchen unmittelbar gesehenen Spectrums, eingestellt, indem das Spectroskopocular mit seinem Träger gegen das Kügelchen so lange verschoben wird, bis das Spectrum bei der F-Linie scharf oder eingeschnürt ist. Wird nun mit dem Oculartrieb der ganze Ocularauszug (mit dem Spectroskopocular) bewegt, so bleibt das Ocular auf die F-Linie des directen Spectrums eingestellt. Man bewegt nun auf diese Weise den Ocularauszug so lange, bis auch im Spectrum des vom Objectiv kommenden Bildes die F-Linie eingestellt ist. Dies wird wiederholt, bis beide Objecte gleichzeitig scharf oder eingeschnürt erscheinen; der Quecksilbertropfen befindet sich dann in der Brennebene des Objectivs für das blaue Licht der F-Linie.

Zur Messung des secundären Spectrums, bezw. der Farbenabweichung wird die Lage einer auf dem Ocularauszuge angebrachten Marke durch ein seitlich aufgestelltes

Mikroskop mit Ocularmikrometer abgelesen; Verf. benutzte ein Mikrometer, das $^1/_{15}$ *mm* direct gab und $^1/_{150}$ *mm* noch zu schätzen gestattete. Wird dieselbe Messung für eine zweite Farbe ausgeführt, so ergiebt die Differenz der Ablesungen, abgesehen von Fehlern, die von der Lage des Bildes auf dem Kügelchen herrühren und innerhalb der Beobachtungsfehler liegen, die relative Lage der Brennebene beider Farben.

Des Weiteren lässt sich Verf. über seine Methode noch in folgender Weise aus:

„So verfährt man für die Linien beliebiger Farben und ermittelt die gegenseitigen Abstände der Brennpunkte, von deren Lage man sich nach Vogel am Besten eine Vorstellung macht durch eine Curve, deren Abscissen die Unterschiede der Brennweiten, deren Ordinaten die Wellenlängen sind. Für die grünen, blauen und violetten Linien kann das Sonnenspectrum ohne Weiteres benutzt werden; um Linien im Roth und Gelb gut zu sehen, leitete ich das Sonnenlicht vor seinem Auffallen auf das Kügelchen durch ein Didymglas oder ein blaues Glas. Auch konnte ich seitlich von dem Kügelchen den Apparat mit den elektrischen Funken aufstellen, so dass das Funkenbild vom Tröpfchen reflectirt wurde. Dabei wurden am Vortheilhaftesten Spitzen aus Zink und solche aus Magnesium benutzt oder eine Wasserstoffröhre eingeschaltet.

„Man erleichtert sich das Sehen der Fraunhofer'schen Linien im zurückkommenden Spectrum, wenn man den Apparat so richtet, dass die zwei Spectren horizontal liegend mit ihrer langen Seite einander nahezu berühren. Die Linien des reflectirten Spectrums müssen dann in die Verlängerung der leicht sichtbaren des directen Spectrums fallen.

„Durch dieses Verfahren werden die Fehler der Accomodation und der chromatischen Abweichung des Systems (Ocular und Auge) eliminirt und die Untersuchung kann bequem im Studirzimmer gemacht werden. Die so zu verschiedenen Zeiten erhaltenen Werthe stimmen sehr gut mit einander überein."

Verf. giebt alsdann die Resultate einer Anzahl von Messungen, die er nach diesem Verfahren an Objectiven verschiedener Grössen und Herkunft angestellt hat, in graphischer Darstellung. Dieselben bieten gegenüber den Vogel'schen älteren Messungen nichts wesentlich Neues und mag daher ihretwegen auf das Original verwiesen werden. *Cz.*

Ueber die nächtliche Strahlung und ihre Grösse in absolutem Maasse.

Von Dr. J. Maurer. *Sitzungsberichte d. K. Preuss. Akad. d. Wissensch. vom 17. Nov. 1887.*

Lange schon ist von Seiten namhafter Physiker und Meteorologen die Grösse der nächtlichen Wärmestrahlung und ihr Einfluss auf die Temperaturverhältnisse der im Freien befindlichen Körper zum Gegenstand messender Versuche gemacht worden, jedoch waren alle diese Beobachtungen nur relativ; ein genaues Maass über die Stärke der nächtlichen Strahlung ausgedrückt in Wärmeeinheiten (Calorien) vermochten dieselben doch nicht zu geben, weil sie die Wirkung der letzteren einzig und allein nur thermometrisch ohne jede Rücksicht auf die physikalischen Constanten des gebrauchten Instrumentes durch die Grösse der (stationären) Temperatur-Differenz zu bestimmen suchten, welche ein in heiterer, ruhiger Nacht frei aufgehängtes Thermometer gegenüber der Temperatur seiner Umgebung aufweist. Allgemeine Resultate konnten auf diese Weise auch nicht erhalten werden, da die angewandten Instrumente und die Umstände der Beobachtung gewöhnlich der Vergleichbarkeit ermangelten, und die numerischen Bestimmungen, welche in letzter Instanz erlangt wurden, zum grössten Theil nur für besondere Fälle galten, und daher war es auch nicht zu verwundern, wenn die Resultate der bisherigen Messungen oft ziemlich weit auseinandergingen. — So erhielt Langley mit den Apparaten Melloni's (horizontal gelegte, der nächtlichen Strahlung ausgesetzte Thermometer, deren Gefässe theils berusst, theils blank waren) im Mittel aus vier Bestimmungen, in einer heitern Nacht auf dem *Mount Whitney* für die Grösse der nächtlichen Strahlung 4,30°, während Melloni aus Beobachtungen in Italien für jene Grösse 3,58° angiebt. Pouillet's Resultate hinwiederum, die er seiner Zeit in der Nähe von Paris mit seinem bekannten Aktinometer erhielt, sind mehr als doppelt so gross.

Um die Grösse der nächtlichen Strahlung ausgedrückt in absolutem Maasse — Verf. definirt dieselbe als diejenige Wärmemenge, welche pro Flächeneinheit in der Zeiteinheit in einer wolkenlosen, ruhigen Nacht allseitig von einer horizontalen, berussten Fläche gegen den Nachthimmel ausgestrahlt wird — zu finden, benutzte Dr. J. Maurer für die Messung ein besonderes Aktinometer, welches im Principe bereits von H. F. Weber mit Erfolg in den letzten Jahren für andere Zwecke benutzt worden war und das in einfacher Weise eine erste sichere Bestimmung jener wichtigen Naturconstanten ermöglichte. Als calorimetrisches Object diente eine flache, cylindrische Metallplatte von 364,72 *g* Gewicht und 4,5 *cm* Radius, welche an einer Fläche durch Lampenruss möglichst strahlungsfähig gemacht und horizontal im Innern eines verticalen, doppelwandigen Cylinders angebracht war, der mit Hilfe eines durchfliessenden Wasserstroms bei constanter Temperatur erhalten werden konnte. Die „calorimetrische“ Platte war möglichst isolirt und centrisch eingespannt und enthielt ein radial eingebohrtes Loch zur Aufnahme eines feinen, cylindrischen Thermometers, welches die Temperatur der Platte angab; ein zweites Thermometer notirte die Temperatur der umspülenden Wasserfüllung. Der Deckel des Cylinders hatte ein genau der Kupferplatte entsprechendes Diaphragma, bei dessen Oeffnung die allmälig sinkende Temperatur der Platte die senkrechte Wärmestrahlung gegen das Zenith angab; aus dieser konnte dann leicht die oben definirte Gesammtstrahlung der Flächeneinheit des strahlenden Körpers bestimmt werden.

Die calorimetrische Platte darf als Isothermfläche vorausgesetzt werden; beim Oeffnen des Diaphragmas sinkt die Temperatur Θ der Platte in Folge der nächtlichen Strahlung unter diejenige Θ_0 der umgebenden Wasserfüllung, und es zeigt dann eine auf Fourier's Prämissen der Theorie der Wärmeleitung basirte Rechnung, dass in einem beliebigen Zeitmomente t während der Ausstrahlung für die Plattentemperatur Θ die Beziehung besteht:

$$\Theta_0 - \Theta = \frac{\sigma F}{h O}\left(1 - e^{-\frac{hO}{Mc}t}\right).$$

Hier bedeutet O die Gesammtoberfläche, F die strahlende Fläche der calorimetrischen Platte, h den Coëfficienten der Uebergangsleitung; Mc repräsentirt den Wasserwerth der ersteren (plus demjenigen des Thermometergefässes), σ endlich die Intensität der Strahlung in zenithaler Richtung. Da bei dem hier gebrauchten Aktinometer die Grösse des „Erkaltungscoëfficienten“ $^{hO}/_{Mc}$ sich auf wenige Hundertel beschränkte und die Expositionszeit t nicht lange dauert, so geht bei Entwicklung der Exponentialfunction in die bekannte Reihe, die obige Gleichung in die einfache Form über:

$$\sigma F = \frac{Mc}{t}\left[(\Theta_0 - \Theta) + \tfrac{1}{2}(\Theta_0 - \Theta)\, t\, \frac{hO}{Mc}\right].$$

Während jeder Messungsreihe wird der Erkaltungscoëfficient $^{hO}/_{Mc}$ unabhängig aus einer eigenen Beobachtungsreihe bestimmt; es ist dann somit Alles gegeben, um aus der eben mitgetheilten Beziehung Werthe für das absolute Maass der nächtlichen Strahlung σ in der oben definirten Weise zu erhalten. Wenn dann schliesslich noch δ die Entfernung des Diaphragmas von der Calorimeterplatte mit dem Radius R ist, so berechnet sich die gesammte Wärmemenge, welche bei freier, horizontaler Exponirung von der Flächeneinheit (1 *qcm*) in der Zeiteinheit (*Minute*) durch Strahlung gegen den heitern Nachthimmel abgegeben wird, aus:

$$\Sigma = \sigma \operatorname{cotan}^2 \frac{\varphi}{2}, \quad \operatorname{cotan} \varphi = \frac{\delta}{2R}.$$

Aus den sämmtlichen Beobachtungsreihen, die während einzelner wolkenlosen Nächte vergangenen Jahres in Zürich zur Ausführung gelangten, giebt Verf. für die Grösse der nächtlichen Strahlung d. h. für diejenige Wärmemenge, welche ein Quadratcentimeter

in der Minute bei einer mittleren Temperatur Θ der calorimetrischen Platte von 15° C. gegen den Nachthimmel ausschickt, einen Werth, der in nächster Nähe von

$$\Sigma = 0{,}130\ Cal.$$

liegt, d. h. ungefähr ein Zehntel derjenigen Wärmemenge, welche die Flächeneinheit (1 *qcm*) bei normaler Bestrahlung und hohem Sonnenstande während einer Minute an der Erdoberfläche von der Sonne empfängt.

Weitere Messungsreihen, welche die Natur der nächtlichen Strahlung, namentlich ihren täglichen und jährlichen Gang, ihre Abhängigkeit von den einzelnen meteorologischen Factoren, die Variation derselben mit zunehmender Meereshöhe klar legen sollen, sind in Ausführung begriffen; die Resultate derselben verspricht Dr. Maurer in einer späteren Mittheilung zu geben. *W.*

Aequatoreal ohne Klemmen und Sternfinder für nicht parallaktisch aufgestellte Fernrohre.

Von Sir Howard Grubb in Dublin. *Engineering.* **44.** *S. 667.*[1])

In der vorjährigen Ausstellung zu Manchester hatte Grubb ein Aequatoreal vorgeführt, dessen Construction besonders dadurch merkwürdig ist, dass die zur Arretirung der Stunden- und Declinationsaxe in der Regel vorhandenen Klemmen hier in Wegfall gekommen sind. Als Träger des Fernrohrs von 5 *Zoll* Oeffnung dient eine hohle gusseiserne Säule. In ihrem Kopfende ist das Uhrwerk untergebracht, welches dem Rohr die der Drehung des Himmelsgewölbes entsprechende Bewegung ertheilt, so dass es immer nach demselben Punkte gerichtet bleibt; die Gewichte hängen im Innern der Säule herab. Die Polaraxe steckt in einem Messingcylinder und lässt sich darin bei der von Hand erfolgenden groben Einstellung des Rohres in Rectascension durch Ueberwindung der Reibung drehen. Dem oberen Ende des Messingcylinders sitzt der Stundenkreis fest auf, in den eine zur Feinbewegung des Rohres in Rectascension dienende Schraube ohne Ende eingreift. Bei dieser Drehung des Stundenkreises und somit des Messingcylinders selbst wird die Polaraxe durch Reibung mitgenommen. Durch aufgeschraubte Ringe kann die zwischen Polaraxe und Messingcylinder stattfindende Reibung regulirt werden. Die Polaraxe ist oben mit einem Flantsch versehen, welcher über dem Stundenkreis liegt und den Einstellungsstrich oder auch den Nonius trägt.

Die Declinationsaxe besteht aus einem schmiedeeisernen Rohre, welches von zwei anderen Cylindern umgeben ist. Der äusserste sitzt auf der Polaraxe fest, der mittlere lässt sich durch die zur Feinbewegung dienende Schraube in ihm drehen, die Declinationsaxe endlich ist wieder in dem mittleren Cylinder durch Hand drehbar. Zur Regulirung der hierbei zu überwindenden Reibung ist auf der dem Fernrohr zugewandten Seite die Declinationsaxe dem mittleren Tubus conisch eingefügt, während auf der anderen Seite eine ihr aufsitzende Schraubenmutter gegen den Tubus anliegt, durch deren Anziehen oder Lockern die Reibung vermehrt oder vermindert werden kann.

Die Ablesung sowohl des Stunden- wie des Declinationskreises geschieht vom Ocularende des Fernrohres aus und zwar durch ein neben dem Ocularkopf in den Tubus des Refractors hineinragendes Mikroskop. Die Beleuchtung der Kreise erfolgt durch eine elektrische Glühlampe. Das vom Declinationskreis kommende Licht wird durch ein Prisma in das Mikroskop reflectirt, während die vom Stundenkreise ausgehenden Strahlen drei totale Reflexionen erleiden, nämlich vom ersten Prisma auf ein zweites und von diesem durch die, wie oben bereits erwähnt, hohle Declinationsaxe auf das dritte, von dem sie dann in das Mikroskop geworfen werden.

Ein recht brauchbares Instrumentchen ist der Sternfinder für nicht parallaktisch aufgestellte kleinere Fernrohre. Auf einer die Polaraxe eines Aequatoreals repräsentirenden Axe sitzt unter einem justirbaren Winkel, welcher der Polhöhe des Beobachtungsortes gleich

[1]) Durch ein Versehen beim Umbrechen ist im Maiheft dieses Jahrganges, S. 178 nur ein Theil dieses Referates abgedruckt. D. Red.

gemacht werden muss, eine Dosenlibelle. Am unteren Ende der Axe befindet sich senkrecht zu ihr der mit einer Theilung versehene Stundenkreis. Auf ihm, aber um die Axe drehbar, liegt der mit der Einstellungsmarke versehene Kreis. Mit diesem fest verbunden, also auch um die Polaraxe drehbar ist das Messingstück, in welches die Declinationsaxe eingeschraubt ist. Dieselbe trägt einen Nonius, gegen welchen sich der mit Reibung auf ihr sitzende Declinationskreis bewegt. Der letztere wird an dem Fernrohr befestigt.

Wenn die Ablesung am Stundenkreise 12 oder 24 Uhr giebt, so steht die Ebene der Libelle senkrecht auf der des Declinationskreises; das Fernrohr befindet sich dann im Meridian. Um einen beliebigen Stern zu finden, dessen Rectascension und Declination gegeben ist, hat man sich den Stundenwinkel für die Beobachtungszeit zu berechnen, sodann den Stundenkreis und den Declinationskreis am Apparat einzustellen und hierauf das Fernrohr so zu bewegen, bis die Libelle genau einsteht. *Kn.*

Bemerkungen, hauptsächlich historischen Inhalts über einige Fundamentalsätze der Optik.

Von Lord Rayleigh. *Phil. Mag. V.* ***21.*** *S. 466.*

Verfasser, dem die geometrische Optik in den letzten Jahren mehrere werthvolle Untersuchungen zu danken hat, beginnt seine Abhandlung mit dem Hinweise auf die Priorität von Smith in der Auffindung des sogenannten Helmholtz-Lagrange'schen Satzes. Smith's *Compleat System of Optics, Cambridge 1738* ist nicht nur in zwei französischen Uebersetzungen, wie Verfasser anführt, sondern auch in einer deutschen und zwar besonders werthvollen erschienen. A. G. Kästner hat eine solche *(Altenburg 1755)* herausgegeben, in welcher er unter Weglassung aller unwesentlichen Theile, (z. B. des rein astronomischen Theils) des Originals dieses für deutsche Leser dadurch noch zugänglicher gemacht hat, dass er die breiten geometrischen Entwickelungen der rein mathematischen Capitel durch die kürzere analytische Behandlung ersetzt hat; Kästner hat ferner auch andere wichtige Mittheilungen hinzugefügt, so dass sein Werk für Deutschland, ebenso wie das Original in England das Hauptwerk dieses Faches wurde, aus dem die Meisten ihre Belehrung schöpften. Mit Recht verwundert sich daher Verf. darüber, dass die so verbreiteten Errungenschaften Smith's wieder ganz in Vergessenheit geriethen und zwei Mal neu entdeckt werden mussten, zumal schon Young seiner Zeit für die Priorität, wie für die grössere Allgemeinheit der Smith'schen Sätze gegen Lagrange Partei ergriffen hatte. Verf. reproducirt die wichtigsten einschlägigen Stellen aus Smith's *Optics* und weist dann auf die noch tiefere Begründung und grössere Verallgemeinerung hin, welche diese Sätze auf dem Boden der mechanischen Wärmetheorie durch die Untersuchungen von Kirchhoff, Clausius, Thomson und Tait, wie des Verf. selbst gewonnen haben. Leser, welche sich für diesen Gegenstand interessiren, möchte Ref. auf die interessanten Bemerkungen des Verfassers hierüber — die sich für eine auszugsweise Wiedergabe wenig eignen — ganz besonders hinweisen.

Verf. geht dann dazu über, die Priorität für eine theoretische Bestimmung der Grenzen der Leistungsfähigkeit der Mikroskope — welche jetzt bekanntlich Abbe und Helmholtz (1873—74) zugeschrieben wird — für Fraunhofer in Anspruch zu nehmen. Ref. kann ihm aber hierin durchaus nicht beipflichten. Fraunhofer spricht nur von den Grenzen, welche der Herstellung vollkommner Instrumente durch den technischen Process des Polirens gesetzt seien, mit specieller Rücksicht auf seine Methode des Farbenpolirens, d. h. der Anwendung von Probegläsern. Den Schluss, den er hieraus auf die Grenze des mikroskopischen Auflösungsvermögens zieht, hat schon Herschel als einen durchaus unmotivirten bekämpft und er scheint Ref. sogar direct ein Beweis dafür, dass Fraunhofer den richtigen Gesichtspunkt nicht besass. Ein noch triftigerer Beweis hierfür dürfte wohl aber darin liegen, dass Fraunhofer niemals einen Schritt dazu gethan hat, den ihm von Rayleigh vindicirten Gedanken zu verwirklichen, d. h. den Oeffnungswinkel seiner Systeme zu steigern. Auf den Einfluss des letzteren — von dem in der citirten Stelle mit keinem Worte die Rede ist — war man auf rein empirischem Wege aufmerksam geworden, bis Abbe und Helmholtz die theoretische Begründung gaben.

Zum Schluss weist Verf. darauf hin, dass Clausius (in seiner berühmten Abhandlung über die Concentration der Licht- und Wärmestrahlen und die Grenzen ihrer Wirkung) die am Weitesten gehende Verallgemeinerung des Helmholtz'schen Satzes gegeben habe. Er bestimmt dort nämlich das Convergenzverhältniss zweier Elementar-Büschel, deren eines von einem Objectpunkte, das andere vom zugehörigen Bildpunkte ausgeht und deren Axen beliebige Neigungen gegen die Normalen von Bild und Object haben. Clausius findet das Verhältniss der bezüglichen Raumwinkel proportional dem Quadrat der linearen Vergrösserung von Object und Bild. Ref. möchte hinzufügen, dass aus dem Clausius'schen Theorem durch eine leichte Umformung der Abbe-Helmholtz'sche dioptrische Sinussatz folgt, welcher die Bedingung des Aplanatismus ausdrückt. Man kann daher in Bezug auf diesen wohl mit einem gewissen Recht Clausius die Priorität zuschreiben. *Cz.*

Das Patent-Diagonalbarometer und die Präcisions-Wetterwaage. Patent Huch.

Von Ephr. Greiner. *Monographie.*

Die Firma Ephraim Greiner in Stützerbach in Thüringen fabricirt ein neues Quecksilberbarometer (D. R.-P Huch, vergl. diese Zeitschr. 1887 S. 368), welches im Vergleich zum gewöhnlichen Quecksilberbarometer eine zehnfache oder sogar hundertfache Empfindlichkeit hat, und die Namen: „Diagonalbarometer“ und „Präcisions-Wetterwaage“ führt. Diese grössere Empfindlichkeit ist in sehr einfacher, aber auch schon mehrfach versuchter Weise dadurch erreicht, dass dem oberen, stark verlängerten Theile des Barometerrohres eine entsprechend schräge Lage gegeben wurde; bei der Präcisions-Wetterwaage z. B. kommt letztere der horizontalen schon sehr nahe, weshalb dieses Instrument offenbar einer sehr sorgfältigen Aufstellung bedarf.

Das neue Barometer ist besonders darauf berechnet, das Verständniss für Wetterkunde verbreiten zu helfen und den Gebrauch der Wetterkarten, wie sie in den Tagesblättern erscheinen, in weite Kreise zu tragen. Die alten Bezeichnungen „Schön Wetter“, „Beständig“, „Regen“ und „Wind“ u. s. w. sind deshalb als zwecklos verworfen; dafür sind dem Instrumente — neben einer einfachen Millimeterskale und einer solchen, welche den Luftdruck in absolutem Kraftmaasse (z. B. in *kg* auf *qm*) abzulesen gestattet — noch gewisse Hilfsmittel beigegeben, welche sich ganz an die neuere Meteorologie anzulehnen scheinen, aber nach den uns gewordenen Mittheilungen nicht genügend bezüglich ihrer Richtigkeit beurtheilt werden können.

Das Diagonalbarometer hat auch eine Einrichtung, welches dem Laien ermöglichen soll, den Stand des Quecksilbers derart zu verändern, dass das Barometer direct die auf das Meeresniveau reducirten Werthe des Luftdrucks angiebt (wie sie in den Wetterkarten zur Anwendung kommen); zu diesem Zwecke ist das untere Quecksilbergefäss verstellbar und wird z. B. vom Bergbewohner so lange hoch geschraubt, bis die Quecksilbersäule die für den betreffenden Ort und Tag durch die Wetterkarte annoncirte richtige Zahl zeigt. Natürlich handelt es sich hierbei nur um eine näherungsweise Reduction, da ja letztere — streng genommen — durch blosse Addition einer bestimmten Anzahl von Millimetern nicht ausgeführt werden kann.

In ganz ähnlicher Weise lässt sich bekanntlich der Zeiger eines Aneroïd-Barometers verstellen und je nach Wunsch entweder dem mittleren Barometerstande des betreffenden Ortes oder den Wetterkarten anpassen; hierzu dient eine Schraube auf der Rückseite des Instrumentes. Allerdings hat ja ein Quecksilberbarometer vor dem Aneroïd stets den Vorzug der grösseren Beständigkeit. Gute Aneroidbarometer besitzen aber einen anderen Vorzug, welcher von den Herren Huch und Greiner für ihre Erfindung zwar in Anspruch genommen wird, aber in Wirklichkeit nicht vorhanden ist: sie sind nämlich bezüglich des störenden Temperatur-Einflusses compensirt. Das gewöhnliche Quecksilberbarometer indessen, und genau ebenso das Diagonalbarometer in seinen beiden Formen, steht bei hoher Temperatur zu hoch, und unter Null Grad zu niedrig, und zwar beträgt dieser Fehler ungefähr 1 *mm* für je 8 ° Temperatur-Aenderung. Wer das Princip des

Quecksilberbarometers vollkommen versteht, wird sich hierüber leicht ein Urtheil bilden können; näher erläutert findet man diese Verhältnisse in „*Das Wetter. 1888. S. 19*".

Die Huch'schen Barometer, welche nach obigen Ausführungen für wissenschaftliche Zwecke nicht ausreichen, für den Gebrauch des Laien aber wohl Verwendung finden können, werden in hübscher decorativer Ausstattung geliefert. Mit Einschluss der zur Vorauserkennung des Wetters bestimmten Karten und Anleitungen wird der Preis zu 36 bis 120 Mark angegeben.

Neues Gasthermometer.

Von L. Cailletet. *Compt. rend.* ***106.*** *S. 1055.*

Da das gewöhnliche Luftthermometer (z. B. von Jolly) vom Luftdruck beeinflusst wird, und seine Angaben deshalb auf einen bestimmten Luftdruck reducirt werden müssen, verwendet Verf. ein Manometer, welches dem Einflusse der Luft ganz entzogen ist, nämlich ein Heberbarometer, in dessen kurzen Schenkel das vom Luftreservoir kommende enge Glasrohr einmündet. Aehnlich wie bei dem Jolly'schen Apparate befindet sich ganz dicht unter dieser Einmündung ein Index, bis zu welchem das Quecksilber bei jeder Beobachtung gehoben wird, um dem abgeschlossenen Gasquantum immer dasselbe Volumen zu geben; die Hebung geschieht in gebräuchlicher Weise mit Hilfe eines vertical verschiebbaren Quecksilber-Gefässes, welches durch einen Kautschukschlauch mit dem Barometer communicirt. Den Index bildet ein eingeschmolzener Platindraht; ein zweiter Draht ragt im untersten Theile des Barometerrohres in das Quecksilber hinein. Auf diese Weise kann bei Berührnng des Quecksilbers mit dem Index (oberen Platindraht) eine elektrische Klingel in Thätigkeit gesetzt werden; sobald letztere ertönt, wird der Quecksilberzufluss durch einen Hahn unterbrochen, und nun die Höhe des Barometers, d. h. die Spannkraft des abgeschlossenen Gases abgelesen.

Ref. hat in dieser Zeitschrift (1881 S. 359) eine ganz ähnliche Vorrichtung beschrieben und abgebildet, welche als absoluter Messapparat die Temperatur continuirlich und selbstthätig aufzeichnen sollte. Obwohl die Verwendbarkeit des Principes durch ein Modell dargethan wurde, so ist die wirkliche Ausführung doch unterblieben, weil ein baldiges Versagen des Index-Contactes befürchtet wurde. *A. Sprung.*

Ueber Gasthermometer.

Von Crafts. *Compt. Rend.* ***106.*** *S. 1222.*

Es handelt sich um einige Bemerkungen, welche durch die Mittheilung von Cailletet (vergl. das vorstehende Referat) veranlasst worden sind. Verf. hat vor etwa zehn Jahren in den *Annal. de Chimie et de Phys., V.* ***14*** ein ähnliches Instrument beschrieben, und seitdem nicht aufgehört, sich mit demselben zu beschäftigen. Seine letzten Wasserstoff-Thermometer hatten ein Reservoir von 70 *ccm*; er strebte eine sehr grosse Genauigkeit an, um alle Temperaturbestimmungen mit dem Quecksilberthermometer controliren zu können. Zur Vermeidung des Unterbrechungsfunkens wurden besondere Maassregeln getroffen, und in einigen Fällen Telephonsignale verwendet. Die Ablesung am kurzen Schenkel des Manometers konnte schliesslich ganz erspart werden, indem im Momente des Contactes der Quecksilberzufluss automatisch abgesperrt wurde. Dieses war besonders insofern von Wichtigkeit, als bei genauen Bestimmungen das ganze Manometer mit Eis umgeben werden musste. *Sp.*

Apparat zum Nachweis des hydrostatischen Druckes.

Von Pellat, *Journ. de Physique élém.* ***3.*** *S. 1.*

Von G. Krebs ist in der *Zeitschr. zur Förd. des physik. Unterr.* ***1*** *S. 45* schon vor längerer Zeit eine sehr praktische Abänderung des Pascal'schen Apparates beschrieben worden, bei welcher der untere Rand der für die Pascal'schen Gefässe dienenden Fassung durch eine schlaffe Blase verschlossen ist. Dadurch wird das Ausfliessen des Wassers beim Nachgeben der Verschlussplatte verhindert. Aehnlich verfährt auch Pellat; sein

Apparat unterscheidet sich von dem Krebs'schen nur dadurch, dass eine straffe Kautschukmembran zum Verschluss benutzt wird, und dass die Deformation dieser Membran mit zunehmendem Druck direkt durch ein Hebelwerk auf einen vertikal stehenden Zeiger übertragen wird. *Pe.*

Neue Form eines Giftheberѕ.

Von Radiguet. *Journ. de Physique élém.* **2.** *S. 245.*

Das eigentliche Heberrohr ist durch die Wand eines weiteren Rohres in der Weise hindurchgeführt, dass der eine Schenkel sich innerhalb, der andere ausserhalb dieses Rohres befindet. Die Vorrichtung wird in die zu hebende Flüssigkeit getaucht und dann durch die obere Mündung des weiten Rohres ein Luftstrom mit dem Munde oder mittels eines Kautschukgebläses hineingeblasen. Da das untere Ende des Rohres mit einer ganz engen Oeffnung versehen ist, so kann nur ein kleiner Theil der in dem Rohre stehenden Flüssigkeit durch diese Oeffnung entweichen, der andere Theil wird in das Heberrohr hineingedrückt, steigt über die Biegungsstelle und bringt den Heber zum Fliessen. Um dies Fliessen zu unterbrechen, genügt es, etwas kräftiger in das Rohr zu blasen; hierdurch kommt das Flüssigkeitsniveau in der Röhre rasch zum Sinken und es dringt Luft in das untere Ende des Heberrohres ein. *Pe.*

Neu erschienene Bücher.

Materialien zur Geschichte der astronomisch-trigonometrischen Vermessung der Oesterreichisch-ungarischen Monarchie. Von Major H. Hartl. 1. Heft. Sep-Abdr. aus den „Mittheilungen des K. K. militär-geographischen Instituts. Bd. VII." Wien.

Die im Auftrage des K. K. militär-geographischen Instituts in Wien begonnene Geschichte der astronomisch-trigonometrischen Vermessungen in Oesterreich-Ungarn darf als eine dankenswerthe Bereicherung der Geschichte der Geodäsie begrüsst werden. Das vorliegende erste Heft umfasst den Zeitraum von 1806 bis 1811. Der erste Theil dieses Heftes giebt einen historischen Ueberblick über die Geschichte der Vermessungen dieser Zeit sowie über die Organisation der Vermessungsbehörden. Im zweiten Theile des Heftes beginnt Verf. eine Geschichte der österreichischen Basisapparate zu geben; dieser Theil wird von den Geodäten mit besonderem Interesse gelesen werden, da die Geschichte dieser Apparate bisher fast unbekannt war. Verf. wird hoffentlich recht bald Musse finden, diese Geschichte in einem zweiten Hefte zu vollenden. *W.*

Gerbert. Beiträge zur Mathematik des Mittelalters. Von Prof. Dr. H. Weissenborn. Mit 6 Figuren-Tafeln. Berlin. Mayer & Müller. M. 9,00.

Das vorliegende Werk ist eine philologische Untersuchung über die Echtheit der *Geometria Boëtii* sowie der *Geometria Gerberti* und beleuchtet das mathematische Wissen und Können im Mittelalter nach vielen Seiten hin. Unsere Leser werden besonders die über die alten Messmethoden und Messinstrumente, sowie über die Rechenbretter interessiren. Es wird u. A. gezeigt, dass das *quadratum geometricum* von den Arabern erdacht ist, und dass das Astrolabium der Araber eine erweiterte Nachbildung des *planisphaerium* des Hipparch und Ptolemaeus ist. *W.*

Die Fabrikation der Silber- und Quecksilberspiegel. Von F. Cremer. Mit 32 Abbild. 154. Band der chemisch-technischen Bibliothek. Wien. Hartleben. M. 3,00.

Das Werkchen behandelt die Fabrikation der Gebrauchsspiegel und liegt deshalb eigentlich ausserhalb des Rahmens dieser Zeitschrift. Wir erwähnen dasselbe hier nur wegen des Kapitels über das Belegen der Silberspiegel, das für Mechaniker von Interesse sein dürfte. *W.*

Die Anwendung der Elektricität bei registrirenden Apparaten. Von Dr. E. Gerland. Elektrotechnische Bibliothek. Bd. 36. Wien. Hartleben. M. 3,00.

Das vorliegende Werkchen des bekannten Verfassers behandelt zunächst die astronomischen Registrirapparate; sodann werden die zu physikalischen und physiologischen Zwecken, zum Messen kleiner Zeittheile dienenden Apparate vorgeführt. Diesen schliessen sich Vorrichtungen zur Messung von Geschwindigkeiten und Arbeit, mechanischer Arbeit

wie elektrischer Energie an. Es folgen dann die meteorologischen Apparate und endlich die zu geographischen Untersuchungen dienenden, Wasserstandszeiger und Fluthmesser, Apparate zum Registriren von Erdstrombeobachtungen und, in ziemlich kurzer Darstellung, die Seismographen. — Das Werkchen bietet keine absolute Vollständigkeit, ist aber zum Nachschlagen über das behandelte Gebiet wohl geeignet. *W.*

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 15. Mai 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr M. Francke sprach über den amerikanischen Lack „Zapon". Derselbe besitzt vor dem gewöhnlichen Lack den Vorzug, dass er nicht mit dem Pinsel aufgetragen zu werden braucht, sondern die Gegenstände werden in die Masse eingetaucht. Der Geruch ist nicht unangenehm, verursacht aber anfänglich Husten. Zapon ist leichtflüssig und wird sehr hart, der Glanz der Metalle bleibt unverändert; hohe Temperatur, Staub und Schmutz haben keinen Einfluss auf ihn; der Preis beträgt pro Liter 4,80 Mark. Grosse, fabrikmässig eingerichtete Werkstätten verwenden den neuen Lack bereits mit Vorliebe. — Das Urtheil der Versammlung ging dahin, dass der Zapon für die Zwecke des Feinmechanikers nicht allgemein verwendbar sei.

Herr L. Moritz empfahl die durch deutsches Reichspatent geschützten Rostschutzpräparate der Firma Deines & Neffen in Hanau. Dieselben bestehen aus Oelen und Salben; sie brauchen einige Stunden zum Trocknen und sollen sicheren Schutz gewähren.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Ausserordentliche Versammlung in der IV. Ausstellung von Lehrlingsarbeiten der Berliner Gewerbe. 26. Mai 1888.

Die Versammlung hatte den Zweck, die in Gruppe VII (Mechaniker, Uhrmacher, Instrumentenmacher) der obengenannten Ausstellung vorgeführten Arbeiten, sowie die ausgestellten Zeichnungen der Schüler der Berliner Handwerkerschule und der Fortbildungsschulen gemeinschaftlich zu besichtigen.

Von dem letzteren Theile der Ausstellung, über den an anderer Stelle dieses Heftes, S. 244, Näheres gesagt ist, nahm die Versammlung unter dankenswerther Führung der Herren Direktor Jessen, K. Hrabowsky und B. Pensky eingehend Kenntniss.

Die ausgestellten technischen Arbeiten der Mechaniker waren, wie dies bereits bei früheren Ausstellungen mit wenigen Ausnahmen durchgeführt worden war, nicht in verkaufsfertigen Zustand gebracht, sondern zeigten die Bearbeitung mit der Feile und auf der Drehbank. Theils waren es zusammengesetzte, vollständig bis zum Poliren fertiggemachte Instrumente, theils einzelne Theile. Die Arbeiten wiesen sämmtlich brauchbare Leistungen auf, die seitens der Commission auch durch folgende Preise anerkannt sind. Es erhielten: 1. Geldpreise von 75 Mark: W. Klinger für ein Goniometer. A. Hubertz für ein Goniometer. 2. Silberne Medaille: A. Wuillemin für ein Spectrometer. 3. Geldpreis von 50 Mark: F. Hörnicke für ein Totalreflectometer. 4. Broncene Medaille: P. Dörfer für ein Spectrometer. 5. Diplom der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik: O. Franke für eine Antifrictionsrolle. G. Ziegler für ein Mikroskop. R. Dehnicke für Ziehfedern.

Der mit jeder neuen Ausstellung von Lehrlingsarbeiten wahrnehmbare Rückgang der Betheiligung der Mechaniker ist insofern recht bedauerlich, als unsere städtischen Behörden in ihren Bemühungen um stete Förderung des Gewerbes und im Hinblick auf die Unterstützung, die sie der Entwicklung auch des Mechanikerfaches durch die nicht unbedeutenden Aufwendungen für die Fachklassen der Handwerkerschule und der Fortbildungsschulen gewähren, allseitiges Entgegenkommen wohl beanspruchen dürfen.

Es darf dabei nicht übersehen werden, dass der Besuch gerade dieser Ausstellungen für die Wahl des späteren Berufes vieler junger Leute einen guten Anhalt zu bieten ge-

eignet ist, da sich Eltern und Vormünder dort am Besten von den Anforderungen, die jedes Fach an seine Lehrlinge stellt, Kenntniss verschaffen können.

Es seien hier einige allgemeine Bemerkungen über das Princip, welches bei diesen Ausstellungen zu befolgen wäre, um sie recht nutzbringend zu gestalten, gestattet. Die Ausstellungsobjecte sollten nicht umfangreich sein, damit die materiellen Opfer des einzelnen Lehrmeisters, dessen Lehrlinge die Ausstellung beschicken wollen, nicht in Betracht kommen gegenüber dem Nutzen, welcher durch Anregung des Ehrgeizes und des Interesses an der Arbeit und der Erprobung der wirklichen Leistungsfähigkeit ihnen und den Lehrlingen erwächst. Sind die Arbeiten der Mechaniker-Lehrlinge in dem unfertigen Zustande, in dem sie sich für diese Ausstellungen allein eignen, ihrer Natur nach nicht geeignet, durch ihr äusseres Ansehen dem Beschauer zu imponiren, wie dies in manchen anderen Fächern, welche auf leichte Uebersichtlichkeit der Einzelleistungen unter Ausschluss aller fremden Zuthaten minderen Werth legen, der Fall ist, so wird dies Verhältniss auch nicht durch Ausstellung von vollständigen und zusammengesetzteren Instrumenten geändert, wohl aber dadurch dem Lehrherrn oft ein grösseres Opfer auferlegt und die sachgemässe Beurtheilung des relativen Werthes der verschiedenen Einzelleistungen erschwert. Es möchte demnach angezeigt erscheinen, zu Ausstellungsarbeiten solche einzelne Theile von Instrumenten und Apparaten auszuwählen, an denen die Fertigkeit in allen hauptsächlichen Arbeitsarten des Mechanikers — Feilen, Drehen, Passen — erkannt werden kann und die zu verwendende Arbeitszeit möglichst gering und thunlichst gleich — etwa auf sechs Arbeitstage — zu bemessen. Jedes Ausstellungsobject würde in seinen verschiedenen Theilen die verschiedenen Vorstufen der Bearbeitung erkennen lassen müssen und der Gegenstand keinesfalls vollkommen fertig gemacht auszustellen sein.

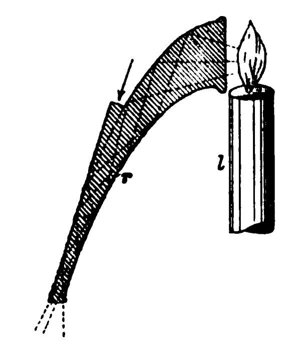
Die in einer so vorherbestimmten Zeit geleistete Arbeit würde nach Quantität und Qualität ein deutliches Bild der wirklichen, d. h. nöthigenfalls auch wirthschaftlich zu verwerthenden Leistungsfähigkeit des Lehrlings und unter Berücksichtigung der bereits zurückgelegten Lehrzeit einen sichereren Anhalt für die Anlagen und das Streben jedes einzelnen Lehrlings geben, als es bei Arbeiten mit nicht vorher festgesetzter Arbeitszeit der Fall wäre. Es wäre sehr erwünscht, wenn aus dem Kreise der Fachgenossen etwaige entgegenstehende Meinungen über den Gegenstand an dieser Stelle mitgetheilt würden. Auf diesem Wege würde es am Leichtesten sein, diejenigen festen Gesichtspunkte zu gewinnen, nach welchen bei der Wiederkehr der Ausstellung von Lehrlingsarbeiten zu verfahren wäre, um zugleich dem Interesse des Faches zu dienen und eine seiner Bedeutung entsprechende Vertretung auf der Ausstellung zu sichern. *P.*

Patentschau.

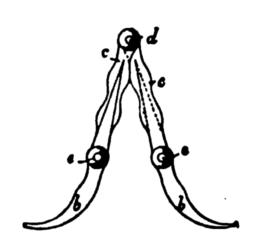
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Reflector. Von W. Kochs und M. Wolz in Bonn. No. 42818 vom 29. Juli 1887.

Bekanntlich werden die Lichtstrahlen, die von einer Lichtquelle in einem Glaskörper ausgehen, beim Austritt aus dem Glaskörper vom Lothe abgelenkt. Je schräger nun die Strahlen sind, desto mehr werden sie auch abgelenkt, was zur Folge hat, dass sie schliesslich nicht mehr austreten können und zurückgeworfen werden. Dies tritt ein, wenn der Ausfallswinkel *r* (bei Glas) $40^3/_4{}^\circ$ und weniger beträgt.



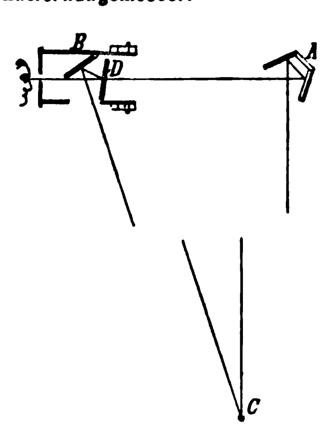
Dieses physikalische Gesetz ist benutzt, um alle Lichtstrahlen total zu reflectiren und sie an einer beliebigen Stelle ausstrahlen zu lassen. Die hierzu benutzten Glaskörper werden in Form einer Parabel, deren Seitenflächen zur Concentrirung der Strahlen nach der Spitze zu convergirend verlaufen, gebogen und können je nach dem Zwecke aus einem vollen Glaskörper oder einer Glasglocke *r* bestehen, wobei die Lichtquelle *l* an der Spitze des absteigenden Astes der Parabel angeordnet wird.



Zirkel, als Spitz-, Greif- und Lochzirkel verwendbar. Von H. Blanke in Leipzig. No. 42868 vom 25. October 1887.

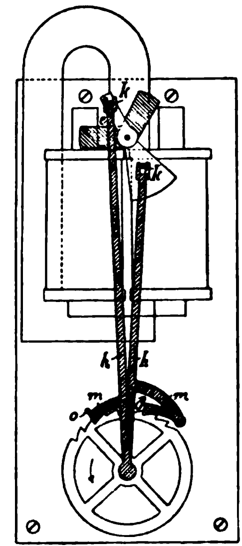
Der Zirkel besteht aus den durch die Gelenke *d* und *e* vereinigten vier Stücken *bb* und *cc*. Werden die Stücke *b* um die Gelenke *e* um 180° gedreht, so entsteht aus dem in der Figur dargestellten Lochzirkel ein Spitzzirkel. Belässt man dieselbe in ihrer Lage zu den Schenkeln *c* und dreht die letzteren um den gleichen Betrag, so wird der Greifzirkel gebildet.

Entfernungsmesser. Von E. Grimsehl in Hamburg. No. 42326 vom 22. März 1887.



In dem Dreieck *ABC* ist *C* der Gegenstand, dessen Entfernung von *A* gemessen werden soll. *AB* ist eine direct abgemessene Standlinie. In *A* visirt ein Hilfsbeobachter mit dem Winkelspiegel, an welchem ein Diopter und eine Libelle angebracht sind, durch das Diopter des Winkelspiegels nach *B*, während gleichzeitig die Libelle die horizontale Lage des Apparates angiebt. In *B* befindet sich der Beobachter mit dem „Distanzrohr". Derselbe visirt direct in der Axe des Rohres durch den in der Mitte unbelegten Spiegel *D* nach dem Winkelspiegel in *A*, welcher eine solche Stellung hat, dass der Gegenstand *C* im Winkelspiegel gesehen wird. Zugleich erscheint durch Reflexion in den Spiegeln des „Distanzrohres" ein zweites Bild von *C* und der Beobachter in *B* stellt den drehbaren Spiegel *D* des Distanzrohrs so lange, bis die beiden Bilder des Gegenstandes *C* zusammenfallen oder über einander fallen und liest dann an einer mit dem Stellmechanismus des Spiegels *D* verbundenen Skale die Entfernung ab.

Schaltwerk für elektrische Nebenuhren. Von C. Bohmeyer in Halle a. d. Saale. No 42183 vom 12. Juli 1887.

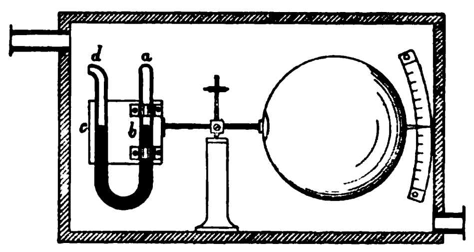


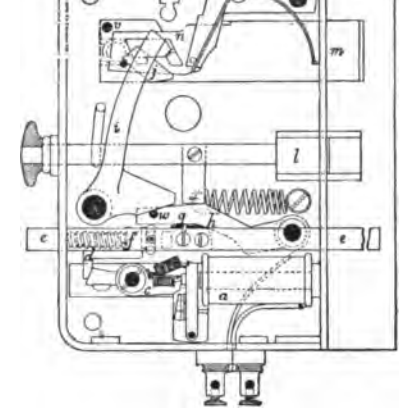
Die Schaltung geschieht durch Hin- und Herbewegung des polarisirten Ankers *e*, welcher vermittels der Stifte *k* zwei mit den Schaltkegeln *m* versehene, um die Welle des Minutenrades drehbare, lange Hebel *h* bewegt. Derselbe Schaltkegel, der das Fortrücken der Zeiger bewirkt, verhindert unter Mitwirkung der Stifte *o* eine Weiterbewegung des fortgerückten Zeigers.

Dasymeter mit Compensator. Von A. Siegert und W. Dürr in München. No. 42639 vom 13. September 1887.

Durch die bereits bekannten Dasymeter ist in Folge der störenden Einflüsse des Temperatur- und Luftdruckwechsels niemals mit Sicherheit eine genaue Bestimmung der Dichte der in die Kugel eingeleiteten Gase zu erhalten, wenigstens nicht ohne rechnerische Correcturen.

Um diese störenden Einflüsse zu beseitigen, wird an einer geeigneten Stelle des Waagebalkens der Compensator angebracht, welcher in einer U-förmig gebogenen Glasröhre *abcd* besteht, die bei *a* luftdicht verschlossen, bei *d* dagegen offen ist. Der untere Theil derselben ist von *b* bis *c* mit einer Sperrflüssigkeit angefüllt, durch welche eine genau bestimmte Menge trockener Luft in *ab* eingeschlossen ist. Sobald die Temperatur oder der Barometerstand oder beide zugleich sich ändern, wird das Volumen dieser in *ab* eingeschlossenen Luft entsprechend geändert, hierdurch aber zugleich die Flüssigkeit bezw. deren Schwerpunkt verschoben, so dass die oben genannten störenden Einflüsse ausgeglichen werden.



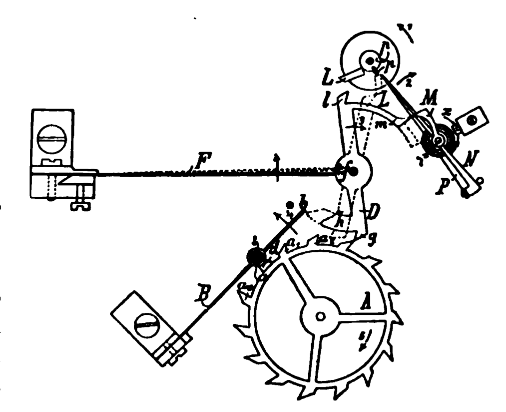


Elektrischer Thüröffner. Von J. Einhart in Konstanz. No. 42837 vom 24. März 1887.

Der Thüröffner besteht aus einem Hebel *c*, welcher bei der Bethätigung des Elektromagneten *a* den Winkel *d* des Federstiftes *e* freigiebt, so dass dieser, von der Feder *f* herausgeschnellt, mittels des Knaggens *g*, des Hebels *h* mit Stift *w* und des Winkelhebels *i* mit Nase *j* die Falle *l* und den Riegel *m* unter Auslösung der Zuhaltung *n* in das Schloss zurückzieht, worauf beim Schliessen der Thür der Federstift *e* durch irgend einen passenden Mechanismus zurückgeführt und die Feder von Neuem gespannt wird.

Chronometerhemmung mit constanter Kraft. Von P. Th. A. Rodeck in Amsterdam. No. 42856 vom 9. August 1887.

Dreht sich die Unruhe im Sinne des Pfeiles 1, so trifft zunächst der kleine Hebestein *p* derselben die Auslösungsfeder *P* und nimmt sie im Sinne des Pfeiles 2 und damit auch Hebel *N* mit Arm *M*, entgegen der Wirkung der Feder *x*, so weit mit, bis der Zahn *m* vom Arm *M* abgleitet und der Hebel *D*, dem Einfluss der Feder *F* folgend, sich im Sinne des Pfeiles 3 dreht und in die punktirte Lage gelangt. Hierbei trifft der Zahn *l* des Hebels *D* den grossen Hebestein *L* und giebt der Unruhe den Impuls, dessen Stärke also ausschliesslich von der Spannung der Feder *F* abhängt. Es dreht sich nun sowohl die Unruhe im Sinne des Pfeiles 1, als auch der Hebel *D* im Sinne des Pfeiles 3 weiter, bis beide Theile in die punktirte Stellung gelangen. Der schnabelförmige Ansatz *h* des Hebels *D* trifft hierbei das Ende *b* der Hemmungsfeder *B* und dreht dieselbe im Sinne des Pfeiles 4 derart, dass der Ruhestein *i* den Zahn *a* des Rades *A* freigiebt und letzteres nun im Sinne des Pfeiles 5 sich dreht. Hierbei trifft der Zahn a_2 des Rades *A* den Zahn *g* des Hebels *D* und bringt letzteren wieder soweit zurück, dass der Zahn *m* den Arm *M* streift, denselben entgegen der Einwirkung der Feder *x* etwas zurückdreht und sich dann auf den Arm *M* des Hebels *N* stützt, sodass der Hebel *D* seine Ruhelage wieder einnimmt. Zu gleicher Zeit kehrt auch die Hemmungsfeder *B* in ihre Ruhelage zurück und der Ruhestein *i* hemmt von neuem das Steigrad *A*, indem der folgende Zahn a_0 sich gegen *i* legt. Gleichzeitig schwingt auch die Unruhe in ihre Anfangslage zurück. Der kleine Hebestein *p* trifft hierbei allerdings auch die Auslösungsfeder *P*, hebt dieselbe aber nur vom Hebel *N* ab, ohne letzteren zu beeinflussen.



Vorrichtung zum Aufzeichnen akustischer und elektrischer Wellen. Von W. Hedick in Breda, Niederlande. No. 42471 vom 22. Mai 1887.

Die Aufzeichnung der Wellen geschieht unter Benutzung einer Vorrichtung, die mit dem König'schen Flammenapparat wesentlich übereinstimmt. Durch die Schwingungen der Luft werden hier in gleicher Weise wie bei letzterem Apparat Pulsationen eines aus einem kleinen Röhrchen ausströmenden Gasstrahles hervorgerufen; doch ist hier keine Flamme vorhanden, sondern das ausströmende Gas (Luft), welches mit Dämpfen, Staub, Rauch, Farbstoffen in Pulverform u. s. w. geschwängert werden kann, wird gegen einen durch ein Federtriebwerk bewegten Papierstreifen geschleudert, der so präparirt ist — je nach dem gewählten Schreibmaterial in verschiedener Weise —, dass der auftreffende Körper eine Schrift erzeugt. Zur Aufzeichnung elektrischer Wellen wird die Membran des König'schen Apparates mit einem Stift versehen, auf welchen eine schwache Metallfeder wirkt, die unter dem Einfluss der elektrischen Wellen in Schwingungen geräth, und somit ebenfalls Pulsationen im entströmenden Schreibmaterial hervorruft.

Um die aufgezeichneten Wellen zu reproduciren, wird in umgekehrter Weise verfahren; es wird mittels des die Schrift tragenden Bandes die Membran in Schwingungen versetzt. Die Re-

productionsvorrichtungen machen Gebrauch von den räumlichen Eigenschaften der Schrift (Dicke, Grösse, Beschaffenheit der Oberfläche) oder von den magnetischen derselben. (P. B. 1888. No. 16.)

Verfahren zur Herstellung von Globen. Von R. Korbgeweit in Berlin. No. 42388 vom 8. April 1887.

Das Verfahren zur Herstellung von Globen besteht darin, dass nach dem Bedrucken des zu formenden Materials (Pappe, Cartonpapier oder dergl.) die auf diesem dargestellten Zweiecke mittels Schnittstanze ausgeschlagen, dann mittels eines Pressgelenkes unter gleichzeitigem Einpressen vertiefter Gradlinien in die sphärische Form gebracht und die so hergestellten Kugeltheile an den Polen durch eine Klemmvorrichtung verbunden werden. (1888. No. 13.)

Thermometer mit Füllung von Quecksilber und Silber. Von C. Sack in Berlin. No. 42629 vom 29. Juli 1887.

Dieses Thermometer zeichnet sich von den bereits bekannten ärztlichen Thermometern dadurch aus, dass das Quecksilbergefäss mit einem Amalgam von Quecksilber mit 0,1 % Silber gefüllt ist. Wie durch Versuche festgestellt ist, leitet dieses Amalgam die Wärme besser als reines Quecksilber und der Indexfaden solcher Thermometer steigt in Folge dessen schneller als derjenige der bisher üblichen ärztlichen Thermometer. (!) (P. B. 1888. No. 12.)

Thermoelektrische Batterie für technische Zwecke. Von E. Raub in Berlin. No. 42253 vom 6. Februar 1887.

Das Neue an dieser Batterie besteht darin, dass die Wärmezufuhr zu den zu erhitzenden Contacten sowohl ausschliesslich, als auch möglichst gleichmässig von einem aus Heizringen gebildeten Heizraum durch die Heizringe bewirkt wird, während die Wärmeabführung von mit den Elementen isolirt in Verbindung gebrachten Luftkanälen auf die Weise geschieht, dass die äussere kalte Luft gezwungen wird, die einzelnen Elemente bis an die warmen Contactstellen hin zu bestreichen. (1888. No. 12. Vgl. auch diese Zeitschr. 1888. S. 37.)

Geschwindigkeitsmesser. Von O. Braun in Berlin. No. 42603 vom 13. Februar 1887.

Der Geschwindigkeitsmesser besteht aus einer an beiden Enden zugeschmolzenen, zum Theil mit einer durchsichtigen Flüssigkeit angefüllten Glasröhre, welche um ihre senkrechte oder geneigte Längsaxe rotirt. Der jeweilige Scheitelpunkt der parabolischen Flüssigkeitsoberfläche zeigt an einer empiirsch festgestellten Skale die jeweilige Geschwindigkeit an.

In der Patentschrift sind verschiedene Formen dieses Instrumentes angegeben. (1888. No. 13.)

Für die Werkstatt.

Cylinderklemme.

Unter Bezugnahme auf die im Maihefte dieses Jahrganges S. 176 mitgetheilte Beschreibung einer von P. Thate bei seinem Mikrotom angewandten Cylinderklemmung, theilt Mechaniker C. Reichel in Berlin mit, dass eine gleiche Klemme bereits im Jahre 1844 von A. Martins construirt und bei den Prismenkreisen der Firma Pistor & Martins in Anwendung gekommen sei Reichel hat diese Einrichtung noch mit einer kleinen Vervollständigung versehen, indem er das Druckstück für diejenigen Fälle, wo es in einem freien flachen Ringe sitzt, mit einer Quernut versieht, in welche das Ende der Druckschraube eingreift, wodurch das Druckstück am Herausfallen gehindert wird.

Die von Reichel modificirte Klemme hat mit der von Thate angewandten das Gemeinsame, dass das Druckstück flach ist, so dass die Druckfläche durch Ausdrehen bequem und genau an die zu klemmende Cylinderfläche angepasst werden kann. Beide unterscheiden sich aber dadurch, dass Thate den Hohlraum für das Klemmstück durch Anfraisen herstellt, und zwar in der Mitte eines längeren Hohlcylinders, während die Klemmung von Martins-Reichel nur in verhältnissmässig flachen Stücken angewendet wurde, welche zur Aufnahme des Klemmstückes von einem Ende her ausgedreht oder ausgefraist und nach Einlegen des Klemmstückes eventuell durch eine vorgeschraubte Platte geschlossen wurden, um das Herausfallen des Klemmstückes zu vermeiden.

P.

Fragekasten.

R. S. in **H.** Wegen Verkaufs älterer Mikroskope von Fraunhofer, Nobert u. A. wollen Sie sich an Mechaniker R. Jung in Heidelberg wenden, welcher von England aus einen Auftrag für solche Mikroskope hat.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender. **R. Fuess**, Beisitzer. Director Dr. **L. Loewenherz**, Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **August 1888.** Achtes Heft.

Ueber die Herstellung von Stimmgabeln.

Mitgetheilt von

Dr. **L. Loewenherz**, Direktor der zweiten (technischen) Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt.

Wie für Handel und Verkehr die Uebereinstimmung in Maass und Gewicht, so ist für die Ausübung der Musik und die Herstellung musikalischer Instrumente die Einheit des Stimmtones von grundlegender Bedeutung. Um diese Einheit zu erreichen, ist es nöthig, dass eine internationale Uebereinkunft über die Schwingungszahl irgend eines Tones getroffen wird, von welchem alsdann die anderen herzuleiten sind. Vorschläge dieser Art sind schon seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts von einzelnen Fachmännern gemacht worden, aber erst dem Krefelder Kaufmann H. Scheibler gelang es im Jahre 1834 bei einer grösseren Versammlung, derjenigen der damals in Stuttgart tagenden deutschen Naturforscher, einen dahin zielenden Beschluss durchzusetzen, welcher als Grundton das eingestrichene *a* mit 440 Schwingungen (880 Halb- oder einfachen Schwingungen) in einer Secunde erklärte. Jedoch standen der Naturforscherversammlung zur Durchführung dieses Vorschlages keine weiteren Machtmittel zu Gebote. Eine Regelung der Frage in rechtsverbindlicher Form ging zuerst im Jahre 1859 von der französischen Regierung aus, indem diese für eben jenes *a* durch Gesetz 870 einfache Schwingungen vorschrieb. Bedauerlicher Weise that Frankreich diesen Schritt, ohne sich vorher mit den anderen grossen Kulturstaaten ins Einvernehmen zu setzen. Das Vorgehen Frankreichs blieb deshalb zunächst ohne Nachfolge, bis die Wiener Hoftheater durch Kaiserliche Entschliessungen in den Jahren 1862 und 1863 veranlasst wurden, sich dem französischen Grundton anzuschliessen. Dagegen wurde zu derselben Zeit in Belgien gesetzlich ein *a* von 902 Halb-Schwingungen vorgeschrieben, freilich mit so wenig Erfolg, dass man sich im März 1885 zur Annahme des französischen Tones gezwungen sah. Andererseits wurde in Italien für die Militärmusikkapellen ein *b* mit 912 Halbschwingungen angeordnet, dem theoretisch ein *a* mit 864, in der temperirten Stimmung jedoch mit 860,81 Halbschwingungen, entspricht. Diese Verwirrung wurde bis zur Unerträglichkeit gesteigert dadurch, dass die jeweilig gewählte Höhe des Grundtones nicht unverändert festgehalten wurde. Es machte sich nämlich bei den Instrumentenmachern das Bestreben geltend, die Stimmung der Instrumente in die Höhe zu schrauben, wobei besonders die Sänger zu leiden hatten. So hatte die Wiener Hofoper im Jahre 1882 einen Grundton von 443 und drei Jahre später bereits einen solchen von 450 Schwingungen. Aehnlich erging es der Kgl. Oper in Berlin.

Diese Missstände veranlassten eine Anzahl musikalischer Vereine in Wien, bei der österreichischen Regierung Schritte behufs Anbahnung einer internationalen Verständigung über den Stimmton in Vorschlag zu bringen. Die Anregung fand

Entgegenkommen und es gelang den Bemühungen des österreichischen Kultusministeriums, im Jahre 1885 eine internationale Stimmtonkonferenz zu Stande zu bringen, bei welcher von deutschen Staaten Preussen, Sachsen, Württemberg, und ausserdem Italien, Russland und Schweden durch Sachverständige vertreten waren. Diese Konferenz trat im November 1885 in Wien zusammen und gelangte auf Grund von Vorschlägen der österreichischen Regierung zu folgenden Beschlüssen:

I. Es soll ein einziger internationaler Normalstimmton bestehen. Dieser Stimmton soll dasjenige *A* sein, dessen Höhe durch 870 einfache Schwingungen in der Secunde bestimmt ist.

Zur Darstellung dieses Tones wird nach wissenschaftlichen Regeln die Normalstimmgabel in der Weise construirt, dass dieselbe bei einer Temperatur von 15° Celsius den Normalton giebt.

Zur Durchführung dieses im Interesse der praktischen Musikpflege unbedingt nothwendigen Beschlusses empfiehlt die Konferenz die nachfolgenden Maassregeln:

II. Die Annahme und Einführung der Normalstimmung soll eine allgemeine und obligatorische sein. Insbesondere soll sie sich auf alle öffentlichen und Privat-Lehranstalten, in welchen Musik gepflegt wird, und in gleicher Weise auch auf Musikvereine, Theater u. s. w. erstrecken.

Bei den Militärmusikkapellen soll die Normalstimmung so bald als möglich, spätestens aber gelegentlich der nächsten Erneuerung ihrer Holzblasinstrumente eingeführt werden.

Auf die Patrone und Vorstände der Kirchen ist in geeigneter Weise einzuwirken, damit sie die Stimmung der bezüglichen Orgeln nach dem Normaltone ehestens, jedenfalls aber gelegentlich des Neubaues oder einer umfassenden Reparatur derselben veranlassen.

III. Rücksichtlich des Zeitraumes, innerhalb dessen die Einführung des Normalstimmtones vollzogen sein soll, ist von den einzelnen Staaten eine möglichst kurze Frist festzusetzen.

IV. Um den Normalstimmton vor Abänderungen zu bewahren, sollen folgende Maassnahmen getroffen werden:

a) Alle zur Annahme des Normalstimmtones verpflichteten Anstalten und Körperschaften sollen für die unveränderte Aufrechterhaltung dieser Stimmung in ihrem Wirkungskreise verantwortlich und gehalten sein, eine verificirte Stimmgabel zu besitzen. Andere tönende Körper, wie Stimmzungen, Stimmpfeifen u. dgl., werden zur authentischen Wiedergabe des Normalstimmtones als nicht geeignet erklärt.

b) Die Regierungen sollen durch berufene Organe den unveränderten Bestand des Normalstimmtones in allen diesen Anstalten einer ständigen Kontrole unterziehen lassen.

c) Es werde vom Staate eine Behörde mit der Aufgabe betraut, die Normalstimmgabel zu verwahren, nach derselben alle ihr zur Verification zukommenden Gabeln zu prüfen, eventuell richtig zu stellen und durch Stempelung zu beglaubigen.

d) Zur Prüfung und Beglaubigung sollen nur solche Gabeln geeignet und zulässig erklärt werden, welche den nachstehenden Bedingungen entsprechen:

α) Die Gabel muss aus nicht gehärtetem Gussstahl erzeugt sein.
β) Die Zinken müssen parallel stehen und mindestens 5 *mm* breit sein.
γ) Der zur Anbringung der Stempelmarke bestimmte Raum zwischen dem Ausschnitte der Zinken und dem Stiele muss mindestens 1 *cm* betragen.
δ) Die zu verificirende Gabel muss rostfrei und weissglänzend polirt oder blau angelassen sein.

e) Das Beglaubigungsamt hat die Richtigkeit der Stimmgabel sowohl mit der einheitlichen (internationalen) Beglaubigungsmarke, bestehend aus der von einer Ellipse umschlossenen Schwingungszahl 870, als auch mit einem den betreffenden Staat bezeichnenden Stempel zu beglaubigen.

Es ist bei diesen Beschlüssen als besonders wichtig und erfreulich hervorzuheben, dass dieselben mit Stimmeneinhelligkeit gefasst worden sind, was in erster Linie durch das bereitwillige Entgegenkommen Italiens ermöglicht wurde. Gerade die Stimmeneinhelligkeit macht die Ergebnisse dieser Konferenz wohl geeignet, die Frage der einheitlichen und unveränderlichen Stimmung zu einer endgiltigen Lösung zu führen. Freilich können gegen einzelne Punkte der Beschlüsse Bedenken geltend gemacht werden. Zunächst wäre es vielleicht zweckmässiger gewesen, die Schwingungen einer Stimmgabel nicht nach französischer Weise zu zählen, indem man einen Hin- oder einen Hergang als je eine Schwingung ansieht, sondern sich dem Vorgange der deutschen und englischen Physiker anzuschliessen, welche einen Hin- und Hergang als eine Schwingung betrachten. Denn abgesehen davon, dass von den letztgenannten Forschern die bei Weitem meisten und bedeutendsten akustischen Untersuchungen herrühren, ist ihre Zählweise ohne Weiteres übertragbar auf die Schwingungen einer tönenden Luftsäule, wie sie in den Blasinstrumenten und beim Singen auftreten. Der Ton nämlich, welchen eine Pfeife giebt, wenn die Luft in 1 Secunde 435 Stösse gegen die Zunge derselben ausführt, ist ebenso hoch wie der Ton einer Stimmgabel, welche 435 Schwingungen deutscher Zählweise in 1 Secunde macht. Ausserdem besteht die bequemste Methode, zwei einander im Tone nahe stehende Gabeln zu vergleichen, darin, dass man die Anzahl der Schwebungen, d. h. der abwechselnden Anschwellungen und Abnahmen des Tones ermittelt, welche in 1 Secunde bei gleichzeitigem Erklingen beider Gabeln gehört werden. Diese Zahl giebt sofort den Unterschied der Schwingungszahlen und zwar nach deutscher Zählweise. Auch die Wahl einer Grundtemperatur von 15 Grad lässt sich bemängeln, weil dieselbe in Concertsälen und Theatern, welche hierbei in erster Linie in Frage kommen, in der Regel wesentlich überschritten wird. Endlich ist die Schaffung einer Normalgabel in demselben Sinne, wie es Normale des Maasses und Gewichtes giebt, überflüssig und sogar unmöglich: überflüssig, weil die physikalischen Methoden in Verbindung mit einer guten astronomischen Uhr die Mittel bieten, die Schwingungszahl einer Gabel jederzeit mit genügender Genauigkeit zu bestimmen, unmöglich, weil bei der bekannten Natur des Stahles eine Veränderung der Schwingungszahl mit der Zeit nicht ausgeschlossen und sogar sehr wahrscheinlich ist.

Diese Bedenken beeinträchtigen aber die Bedeutsamkeit der Beschlüsse der Stimmtonkonferenz keineswegs.

Es ist dem Vernehmen nach zu erwarten, dass in Preussen und wohl auch in den übrigen deutschen Staaten etwa in Jahresfrist mit der Einführung des Normal-

stimmtones vorgegangen werden wird. Da somit in kurzer Zeit an die deutschen Mechaniker die Anforderung herantreten wird, Gabeln von dieser Tonhöhe anzufertigen, so wird es von Interesse sein, über die Herstellung von Stimmgabeln Einiges hier mitzutheilen.

Fig. 1.

Die in Betracht kommenden Gabeln müssen natürlich zunächst den von der internationalen Stimmtonkonferenz festgesetzten Bedingungen genügen. Man wird jedoch ihre Güte erhöhen, wenn man noch einige andere Punkte beachtet, welche sich nicht in jenen Vorschriften vorfinden. So sollen die Gabeln mit ihrem Stiel aus einem Stücke bestehen und durchaus symmetrisch gebaut sein. Die beiden Zinken sollen prismatisch sein und genau gleichen rechteckigen Querschnitt haben; bei dem Uebergang der Zinken zu ihrem Verbindungsstück, dem Sattel, sind Knicke und Wellen zu vermeiden. Der innere Theil des Sattels soll halbkreisförmig sein. Die Anbringung von Vermerken über die Höhe des Tones, wie sie vielfach üblich ist, unterbleibt am Besten ganz, da dieselben möglicherweise von den amtlich vorzuschreibenden abweichen könnten; auch thut man gut, die ebenen Flächen der Gabel für die Aufbringung der amtlichen Stempelungen frei zu lassen und Fabrikzeichen oder dergl. nur an den äusseren Seitenflächen des Sattels oder am Stiele anzubringen. Die in den oben zusammengestellten Beschlüssen der Stimmtonkonferenz vorgeschriebene Abmessung des Sattels ist dahin zu verstehen, dass auf den ebenen Flächen desselben ein Quadrat von 10 *mm* Seite frei bleiben soll, in welchem die amtliche Stempelung Platz finden soll. Für die Breite der Zinken, d. i. die Seite ihres Querschnitts in der Seitenansicht der Gabel, ist ein Mindestwerth von 5 *mm* vorgeschrieben, doch empfiehlt es sich, über diesen Werth hinauszugehen. Ebenso sind die Zinken keineswegs dünner als 2,5 *mm* zu wählen, weil sie sonst leicht verbogen werden können. Im Allgemeinen ist zu beachten, dass der Ton um so voller wird, je mehr Masse die Gabel erhält. Dies kommt vorzugsweise bei solchen Gabeln in Betracht, welche zur Stimmung der Instrumente eines Orchesters dienen sollen. Bei den Berathungen der Wiener Stimmtonkonferenz sind für solche Zwecke Stimmgabeln auf Resonanzkasten mit elektromagnetischer Erregung empfohlen worden. Doch kann diesem Vorschlag keineswegs zugestimmt werden, da der Ton einer solchen Gabel sich mit der jeweiligen Einstellung des elektrischen Kontaktes, der das Fortklingen veranlasst, und vermuthlich auch mit der Stärke des Stromes nicht unerheblich ändert. Dazu kommt, dass elektrische Leitungen leicht versagen und deshalb der Concertmeister, der die Orchestergabel anzuwenden hat, mit der Behandlung von galvanischen Elementen und Leitungen vertraut sein müsste, was im Allgemeinen nicht erwartet werden kann. Endlich lassen sich die Vorzüge der Gabeln mit elektrischer Erregung, grössere Stärke und Dauerhaftigkeit des Klanges, auch bei gewöhnlichen Gabeln erreichen. Man gebe nur der Gabel genügend grosse Abmessungen,

etwa die der bald näher zu erläuternden Fig. 1, und befestige sie auf einem für ihren Ton gut abgestimmten Resonanzkasten; sodann streiche man, wenn man die Gabel zum Tönen bringen will, mehrere Male mit einem Bogen für Bratsche oder Cello schnell und unter leichtem Druck quer über die beiden Zinken der Gabel hin. Das Anstreichen wiederholt man, wenn der Ton anfängt, schwächer zu werden, was nach etwa zwanzig Secunden eintreten dürfte. Sollte die Gabel beim Anstreichen nicht schnell genug ansprechen, so bringt man durch einen leichten Schlag mit dem Holze des Bogens gegen eine Zinke die Gabel schon vor dem Anstreichen in Schwingung. Freilich dürften sich die Gabeln bei häufigem Gebrauch in Folge der Abnützung des Materials nach einigen Jahren verändern, aber Stimmgabeln von der Wichtigkeit der Orchestergabeln werden ohnehin etwa alle zwei Jahre nachgeprüft werden müssen[1]).

Die Reichsanstalt ist zur Zeit mit umfassenden Versuchen über die geeignetste Gestalt von Stimmgabeln beschäftigt. Nach Abschluss derselben werden ihre Ergebnisse hier mitgetheilt werden. Bis jetzt haben die in den Figuren 1, 2 und 3 in natürlicher Grösse veranschaulichten Formen sich als brauchbar bewährt und können unter Vorbehalt späterer Verbesserung zur Nachahmung empfohlen werden. Es ist jedoch dabei ausdrücklich zu betonen, dass sich das Verhältniss der Abmessungen vom Material der Gabeln abhängig erwiesen hat. Figur 1 stellt den Aufriss einer von dem bekannten Akustiker Dr. R. Koenig in Paris hergestellten Gabel dar. Bei ihr sind nicht nur alle Querschnitte der Zinken sondern auch diejenigen des Sattels rechteckige Figuren, der Fuss ist rund und trägt ein Schraubengewinde zum Befestigen auf dem Resonanzkasten. Die Dicke der Zinken ist etwa 5,5 *mm*, ihre Breite rund 14 *mm*. Der Form nach der Koenig'schen Gabel sehr ähnlich, jedoch von kleineren Abmessungen ist diejenige der Figur 2, wie sie W. Wolters in Wien herstellt. Die Dicke der Zinken ist hier 4 *mm*, ihre Breite 9 *mm*. Für den Handgebrauch sehr geeignet erscheint die Gabel der Figur 3, nach deren Muster die deutschen Militärmusikkapellen mit Stimmgabeln ausgerüstet werden. Fig. 3a giebt die Seitenansicht dieser Gabel und zeigt insbesondere den Uebergang vom Sattel



Fig. 2. Fig. 3. Fig. 3a.

[1]) Auf die Herstellung guter Orchestergabeln sollten auch die deutschen Mechaniker mehr Aufmerksamkeit als bisher verwenden.

zum Stiel, welcher durch wohl charakterisirte Flächen gebildet wird und aller scharfen Kanten und Ecken entbehrt. Die Dicke und Breite der Zinken sind dieselben wie bei der Gabel der Fig. 2. Eine von den dargestellten Mustern wesentlich abweichende Form hat der Berliner Mechaniker C. Reichel für Stimmgabeln gewählt (vergl. *diese Zeitschr. 1883, S. 48*), indem er die beiden Zinken einander möglichst nahe rückte. Er fertigt Gabeln an, bei welchen der Abstand der Zinken von einander kaum 2 *mm* erreicht. Solche Gabeln zeichnen sich durch sehr lange Dauer des Tönens aus, dagegen ist es bei den durch die Reichsanstalt hergestellten Gabeln dieser Art nicht gelungen, eine eben so grosse Tonstärke zu erzielen als bei entsprechenden Formen der Figuren 1 bis 3.

Im Uebrigen wird die Dauer des Tönens in erster Linie durch möglichst symmetrischen Bau der Gabeln und namentlich durch thunlichst vollkommene Aequilibrirung der beiden Zinken bedingt. Es ist rathsam, jede Gabel nach ihrer Fertigstellung auf Erfüllung der letzteren Bedingung zu prüfen. Zu diesem Behufe klebt man ein wenig Wachs auf das Ende einer der beiden Zinken und bringt die Gabel zum Tönen. Hat dieses dann eine merklich längere Dauer als das Tönen der Gabel ohne Wachs, so ist die Masse der mit Wachs beschwerten Zinke zu gering, und durch Befeilen der anderen Zinke hat man eine Ausgleichung zu erstreben. Natürlich ist das Wachskügelchen in allen Fällen nach einander auf jede der beiden Zinken aufzusetzen.

Betreffs der Anfertigung der Gabeln muss dringend davon abgerathen werden, dieselben, wie dies vielfach üblich ist, durch Schmieden herzustellen. Denn dasselbe verursacht in der Gabel leicht Sprünge und Risse, welche nicht ohne Weiteres zu erkennen sind und die Beständigkeit des Tones beeinträchtigen; auch bringt das Anschmieden des Stieles häufig Ungleichmässigkeiten in der Härte hervor, welche schädlich wirken. Richtig ist es, die Zinken durch Ausfräsen aus dem Vollen und den Stiel durch Abdrehen des unteren Fortsatzes des Gabelkörpers zu bilden.

Um die Gabeln auf die verlangte Tonhöhe abzustimmen, benutzt man am Besten zwei sogenannte Differenzgabeln, von denen die eine um ein Wenig — etwa 1 oder 1,5 Schwingungen — zu hoch, die andere um genau eben so viel zu tief gestimmt ist. Bringt man die zu vergleichende Gabel mit einer der Differenzgabeln, z. B. der höheren, zu gleicher Zeit zum Tönen, so hört man, sofern die Töne beider Gabeln von vornherein einander nahe genug liegen, die schon oben erwähnten Schwebungen, und zwar in einer Secunde gerade so viele, als die Differenz der Schwingungszahlen beträgt. Steigt beim Zusammenklingen der zu vergleichenden Gabel mit der anderen Differenzgabel die Zahl der Schwebungen, so ist erstere zu hoch und zwar noch höher als die hohe Differenzgabel. Ergeben sich aber beim Zusammenklingen mit jeder der beiden Differenzgabeln gleich viel Schwebungen, so liegt ihre Schwingungszahl gerade in der Mitte zwischen denjenigen der Differenzgabeln, d. h. die zu vergleichende Gabel ist genau richtig. Man übersieht hiernach leicht, wie man in allen anderen Fällen den Fehler der Gabel aus der Zahl der Schwebungen abzuleiten hat. Erweist sich die untersuchte Gabel als zu hoch, so sind die Zinken durch Feilen an der inneren Seite des Sattels zu verlängern. Ist dagegen die Gabel zu tief, so verkürzt man die Zinken durch Befeilen ihrer Enden. Bei der Abstimmung der Gabeln ist aber sorgfältig darauf zu achten, dass die zu justirende Gabel annähernd dieselbe Temperatur hat wie die Differenzgabeln, denn für je 10 Grad Temperaturerhöhung verringert sich die Schwingungszahl ungefähr um 0,5. Man fasse deshalb die Gabeln niemals längere Zeit mit der blossen Hand an, auch

lasse man ihnen, wenn sie durch Befeilen, Bestrahlung oder eine andere Ursache erwärmt wurden, Zeit zur Ausgleichung der Temperatur, ehe man zu erneuten Vergleichungen schreitet.

Sollte, wie zu erwarten steht, eine amtliche Prüfung von Stimmgabeln eingeführt werden, so thut man gut, alle für eine solche Prüfung einzureichenden Gabeln um etwa eine Schwingung zu tief zu justiren und die endgiltige Abstimmung der amtlichen Prüfungsstelle zu überlassen. Auch dürfen Gabeln solcher Art nicht blau angelassen sein, da das Blauanlassen erst nach der Stempelung erfolgen kann.

Die Abstimmung von Differenzgabeln für Arbeitszwecke übernimmt die Reichsanstalt, welche eine Anzahl von Gabeln für den Normalstimmton theils selbst angefertigt, theils anderweitig beschafft und nach strengen wissenschaftlichen Methoden untersucht hat. Diese Untersuchungen, welche die unmittelbare Zählung der Schwingungen von Gabeln sowie ihre Veränderung mit der Temperatur betreffen, werden weiter fortgesetzt, um eine noch weiter gehende Genauigkeit als bisher zu erzielen. Diese Arbeiten werden aber voraussichtlich in kurzer Frist ihren Abschluss erfahren können, und ihre Ergebnisse sollen alsdann an dieser Stelle mitgetheilt werden.

Ueber die Störungen der Libellen.

Von

Dr. F. Mylius.

Mittheilung aus der physikalisch-technischen Reichsanstalt.

Seit einer Reihe von Jahren ist man darauf aufmerksam geworden, dass gläserne Libellen längere oder kürzere Zeit nach ihrer Herstellung dadurch unbrauchbar werden, dass sich ihre innere Wand mit einer rauhen Schicht von Ausscheidungen bedeckt. Die Empfindlichkeit der Libelle wird dadurch beträchtlich gestört, ja sie kann völlig vernichtet werden. Sowohl den Geodäten und Astronomen, welche feinere Libellen benutzen, als den Mechanikern, welche sie anfertigen, schien die Frage nach der Beseitigung des Uebelstandes von höchster Bedeutung. Mit Hinblick auf diesen Zweck ist von Seite der physikalisch-technischen Reichsanstalt eine umfassende Untersuchung des Gegenstandes in Angriff genommen worden. Ueber die bis jetzt gewonnenen Ergebnisse derselben soll im Folgenden berichtet werden, nachdem bereits im Maiheft dieser Zeitschrift eine kurze vorläufige Mittheilung[1]) darüber erschienen ist.

1. Form und Wirkung der Ausscheidungen.

Die als Ausscheidungen bezeichneten Gebilde bedecken in den meisten Fällen die ganze innere Wand der Libelle. Sie bestehen aus einzelnen hervorragenden Körperchen, welche in verschiedenen Abständen unregelmässig über die Fläche des Glases ausgestreut sind und welche, mit der Lupe betrachtet, gewöhnlich halbkugelige Form zeigen, wie Tröpfchen, welche dem Glase anhaften; sie sind auch häufig amorph. Bisweilen aber gewahrt man mit Hilfe des Mikroskops kleine, manchmal gruppenweise auftretende Krystalle. Eine der Beobachtung unterzogene Libelle war mit Krystallnadeln dicht besetzt; dieselben hafteten so locker an der Wand des Rohres,

---

[1]) Loewenherz: Die Aufgaben der zweiten Abtheilung der physikalisch-technischen Reichsanstalt; diese Zeitschr. 1888, S. 153.

dass ein Theil davon sich losgelöst hatte und als zusammenhängende Flocke mit der Flüssigkeit hin und hergespült wurde. Die Libelle war völlig unbrauchbar geworden. Die Blase blieb ruhig stehn, wenn man die Libelle um einige Grade aus der horizontalen Lage bewegte, um bei weiterer Neigung plötzlich an das Ende des Rohres zu eilen. Andere Libellen, bei welchen die Ausscheidungen weniger beträchtlich waren, zeigten bei der Untersuchung auf dem Legebrett folgende Erscheinung: Die Blase bewegte sich zwar, wenn man die Brücke neigte, jedoch wurde sie augenscheinlich durch die Adhäsion des Aethers an den Ausscheidungskörperchen in ihrer Bewegung gehemmt und vorzeitig zum Stillstehen gebracht. Daher kam es, dass bei gleicher Neigung der Brücke die Libelle ganz verschiedene Angaben machte, je nachdem die Blase das eine Mal von rechts, das andere Mal von links in die Gleichgewichtslage geführt worden war. So betrug bei mehreren 10Secunden-Libellen die Abweichung der beiden Gleichgewichtslagen bei derselben Neigung der Brücke 1, 1,5, ja sogar 3 Skalentheile. Es ist selbstverständlich, dass bei diesen Libellen kleine Aenderungen in der Neigung eintreten konnten, ohne dass die Lage der Blase sich änderte.

2. Analyse der Ausscheidungen.

Eine mattgeschliffene, mit Ausscheidungen bedeckte Libelle aus Thüringer Glas wurde entleert; der darin enthaltene Aether wirkte auf Pflanzenfarben nicht ein und hinterliess, in einer Platinschale verdampft, keinen Rückstand. Die Rauhigkeit der Glasoberfläche verschwand, als man in die Libelle einige Tropfen Wasser brachte, die Ausscheidungen hatten sich darin gelöst; beim Verdunsten der Lösung in einer Platinschale hinterblieb ein weisser feuerbeständiger Rückstand, dessen Gewicht höchstens 0,1 *mg* betrug; derselbe zeigte die Flammenfärbung des Natrons und Kalis. Die alkalische Reaction der Substanz deutete darauf hin, dass hier basische Alkaliverbindungen vorlagen. Dasselbe Ergebniss wurde noch mit mehreren anderen Libellen erhalten.

Obwohl die festen Bestandtheile in den Ausscheidungen einer Libelle so gering sind, haben sie doch analysirt werden können. Herr C. Reichel hatte durch Ausspülen einer grossen Anzahl von schlechten Libellen etwa 10 *mg* des ausgeschiedenen Materials zu sammeln vermocht, welche in der von Prof. Abbe und Dr. Schott in Jena (namentlich für optische Zwecke) errichteten Glas-Versuchsstation einer quantitativen Analyse unterworfen wurden. Die geringe Menge der Substanz genügte, um sich ein ungefähres Bild ihrer Zusammensetzung zu machen. Mit Genehmigung der zuletzt genannten Herren theile ich nachstehend das Resultat der Analyse mit:

Natron	33,1 %
Kali	12,5 „
Kalk, Thonerde, Eisenoxyd .	12,3 „
Kieselsäure	11,6 „
Kohlensäure, Wasser, Verlust	30,5 „
	100,0 %

Der in Wasser lösliche Theil der Substanz besteht also zum grössten Theil aus kohlensauren Alkalien. Ausserdem ist noch etwas kieselsaures Calcium vorhanden, sowie etwas freie Kieselsäure, welche in Wasser unlöslich sind. Es kann nicht bezweifelt werden, dass die mineralischen Basen dieser Substanzen aus dem Glase stammen [1]).

[1]) Es ist nicht ausgeschlossen, dass bei dem Ausspülen der Libellen etwas Glasstaub losgelöst wurde, welcher sich der Substanz der Ausscheidungen beimischte.

3. Entstehung der Ausscheidungen.

Die Ausscheidungen in den Libellen sind nicht das Erzeugniss weniger Tage; sie treten nur selten schon nach einigen Wochen auf, gewöhnlich erst nach einer Reihe von Monaten, und bisweilen vergehen Jahre, bevor sie sich zeigen. Von Herrn Reichel, welcher die mannigfaltigsten und werthvollsten Erfahrungen über Libellen gesammelt hat, sind Fälle beobachtet worden, in denen Libellen sich drei Jahre lang unverändert hielten und dann plötzlich Ausscheidungen zeigten, welche sich von da an noch stetig vermehrten.

Füllung der Libellen. Früher, als man die Libellen mit Alkohol füllte, sind Klagen über störende Ausscheidungen nicht laut geworden. Seitdem mit der Ausbildung der Präcisionsmechanik die Ansprüche an die Empfindlichkeit der Libellen gewachsen sind, bedarf man zur Füllung derselben einer leichter beweglichen Flüssigkeit und verwendet als solche jetzt fast ausschliesslich Aether. Bekanntlich ist dies eine bei 35 Grad siedende Flüssigkeit, welche sich in etwa 14 Theilen Wassers löst und selbst auf je 50 Theile einen Theil Wasser zu lösen vermag. Der im Handel befindliche Aether ist fast immer wasserhaltig. Das Wasser kann dem Aether durch eine längere Behandlung mit Aetzkalk und später mit metallischem Natrium entzogen werden; wenn man den so getrockneten Aether aber ohne besondere Vorsicht destillirt, so wird das Destillat durch die Berührung mit der feuchten Luft wieder wasserhaltig. Da in den mechanischen Werkstätten die Libellen nicht bei Abschluss von Luft gefüllt werden, so ist der in ihnen enthaltene Aether gewöhnlich wasserhaltig. Ausser Wasser enthält der Aether häufig etwas Alkohol und hin und wieder eine Spur Essigsäure, welche unter dem oxydirenden Einflusse der Luft entstanden ist.

Um die Natur der Ausscheidungen kennen zu lernen, ist es nothwendig, ihre Entstehung von Anfang an zu verfolgen.

Der Niederschlag von Wasser auf der Glaswand. Werden Röhren aus thüringer Glas, welche mit wasserhaltigem Aether gefüllt sind, stark abgekühlt, z. B. durch Eintauchen in Wasser von 0 Grad, so schlägt sich das im Aether enthaltene Wasser in Form eines aus unzähligen Tröpfchen bestehenden Thaues auf der Glaswand nieder. Wenn jetzt die Blase an derselben entlang läuft, so empfängt das Auge den Eindruck, welchen die Ausscheidungen in den Libellen hervorrufen. Es wird jedoch kaum vorkommen, dass die Störungen in den Libellen durch blosse Temperaturerniedrigung entstehen. Die tropfenförmigen Abscheidungen verschwinden alsbald, wenn man das Glasrohr durch Erwärmen mit der Hand wieder auf die ursprüngliche Temperatur zurückführt; der Aether löst dann das Wasser wieder auf, und die Glaswand erscheint glatt wie zuvor. Bei fortgesetzter Beobachtung jedoch bemerkt man nach einigen Wochen den Beginn einer Rauhigkeit, welche sich, mit der Lupe betrachtet, in einzelne tropfenförmige Körperchen auflöst. Bei der Beobachtung ist grosse Vorsicht geboten. Wenn die Flüssigkeit im Glasrohr Staubtheilchen enthält, was trotz aller Sorgfalt bisweilen geschieht, so lagern sich dieselben allmälig auf der Glaswand ab und bieten dann, wenn sie sich innerhalb der Blase befinden, den Anschein von Tropfen, da sie stets von einer Hülle flüssigen Aethers umgeben sind. Um einer derartigen Verwechselung von Wassertröpfchen mit Staubtheilchen vorzubeugen, scheint es zweckmässig, die Wassertröpfchen durch eine Färbung kenntlich zu machen. Hierzu hat sich ein in neuerer Zeit vielfach benutzter, der organischen Chemie angehöriger Farbstoff, das Eosin, tauglich erwiesen. Eine ätherische Lösung dieser Substanz erscheint schwach orangegelb gefärbt; die Farbe der Lösung wird durch den Wassergehalt des Aethers

nicht beeinflusst. Bringt man aber in einem Glasgefäss etwas Wasser damit in Berührung, so wird dasselbe sogleich tief carminroth gefärbt. Das Eosin in ätherischer Lösung ist daher ein Reagens auf Wasser, welches an Glas haftet.

Als ein Rohr aus leicht schmelzbarem thüringer Glase mit einer Lösung von Eosin in wasserhaltigem Aether beschickt wurde, färbte sich die Wand des Glases innerhalb weniger Minuten carminroth; die Flüssigkeit selbst erfuhr keine Farbenveränderung. Die gefärbte Schicht erschien zunächst homogen, allein nach einigen Tagen bemerkte man mit der Lupe sehr deutlich, dass sie aus äusserst kleinen Tröpfchen bestand, zwischen denen bisweilen die farblose Glaswand hindurchschimmerte. Bei 90facher Vergrösserung unter dem Mikroskop betrachtet, erschien der Niederschlag der nebenstehenden Abbildung entsprechend (Fig. 1). Die Färbung des Glases war nicht überall vorhanden; sie zeigte sich in der ganzen Länge des Rohres und trat besonders stark an dem Ende auf, welches vor der Füllung in der Flamme zugeschmolzen worden war; etwas oberhalb dieses Endes, da, wo das Glas in der Flamme erhitzt worden war, ohne zu erweichen, blieb jedoch eine Zone zunächst von der Färbung frei; erst im Laufe der folgenden Tage und Wochen trat auch hier allmälig die Rothfärbung und die Bildung einzelner Tröpfchen ein. Vor der Füllung waren die Versuchsröhren mit Wasser, mit Alkohol und endlich mit Aether ausgespült worden; die Erscheinung zeigte sich sowohl in solchen Röhren, welche sogleich nach dem Abdunsten des Aethers gefüllt wurden, als an solchen, welche im warmen Luftstrome zuvor getrocknet worden waren; im letzteren Falle trat die Färbung jedoch einige Minuten später ein.

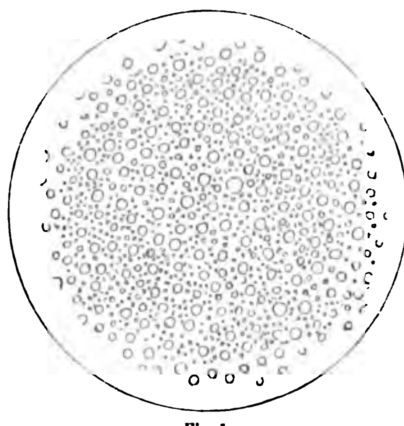


Fig. 1.

Etwaige in der Füllung suspendirte feste Stoffe werden durch das Eosin nicht gefärbt, eine Täuschung war somit ausgeschlossen, und es war erwiesen, dass sich aus der zur Füllung dienenden Flüssigkeit auf dem Glase eine wässerige Schicht und zwar in Gestalt feiner, dicht gedrängter Tropfen niedergeschlagen hatte. Dies war nicht unter dem Einflusse der Temperaturerniedrigung geschehen, denn die Tropfen lösten sich nicht beim mässigen Erwärmen des Rohres auf. Auch mit den Ausscheidungen der Libellen ist dies nicht der Fall. Eine Libelle mit reichlichen Ausscheidungen wurde auf etwa 60 Grad erwärmt; die Flüssigkeit dehnte sich dabei so stark aus, dass sie das Rohr vollkommen anfüllte, sodass nicht die kleinste Gasblase übrig blieb; bei freiwilligem Abkühlen trennte sich die Flüssigkeit plötzlich mit hörbarer Erschütterung von der Glaswand, und die entstandene kleine Gasblase nahm allmälig an Grösse zu. Die Ausscheidungen zeigten sich in der noch warmen Libelle wie zuvor, eine merkliche Verminderung derselben hatte nicht stattgefunden.

Die Aufnahme von Wasser durch Glas aus wasserhaltigem Aether erinnert an die schon seit langer Zeit gemachte Beobachtung, dass das Glas hygroskopisch ist und Wasser aus der Luft auf sich niederschlägt. Warburg und Ihmori[1]) haben vermocht, die auf dem Glase niedergeschlagene Wasserhaut zu wägen. Sie vertreten die schon von Faraday geäusserte Ansicht, dass die Ursache dieses Niederschlages in dem Alkaligehalt des Glases zu suchen sei, und dass die Wasserhaut Alkali gelöst enthalte. Das Gleiche gilt für die Wasserschicht, welche sich aus

[1]) Wiedemann's Annalen. **27.** S. 481.

wasserhaltigem Aether in Glasröhren niederschlägt; die Färbbarkeit derselben durch Eosin beweist dies unzweideutig. Reines Wasser, welches man in Platingefässen mit ätherischer Eosinlösung zusammenbringt, wird nicht gefärbt; die Rothfärbung tritt erst auf, wenn dem Wasser eine Spur Alkali hinzugefügt wird[1]). Umgekehrt ist der Schluss berechtigt, dass Wasser, welches durch Eosin carminroth gefärbt worden ist, Alkali enthält.

Ueber die Concentration der im Glasrohr niedergeschlagenen Alkalilösung sagt der Versuch nichts aus. Man kann jedoch zu einer Vorstellung darüber gelangen, wenn man zur Färbung der Lösung an Stelle des Eosins einen ihm ähnlichen Farbstoff, das Fluoresceïn, ebenfalls in wasserhaltigem Aether gelöst, benutzt. Während das Eosin alkalihaltiges Wasser carminroth färbt, liefert das Fluoresceïn damit eine höchst intensive Fluorescenz, welche bei der Neutralisation des Alkalis sogleich verschwindet; ist die Alkalilösung aber sehr concentrirt, enthält sie z. B. 20 Prozent Alkali, so tritt die Fluorescenz nicht auf, sondern anstatt derselben eine stark gelbrothe Färbung. Die ätherische Lösung des Fluoresceïns zeigt die Fluorescenz gar nicht; die Lösung ist fast farblos, auch wenn sie Wasser enthält. Man beobachtet nun, dass der wässerige Niederschlag, welcher sich aus einer solchen Lösung im Glasrohr ablagert, fast gar nicht fluorescirt, sondern stark gelbroth erscheint. Demnach ist die Alkalilösung, welche den Niederschlag bildet, sehr concentrirt. Dies geht auch daraus hervor, dass die grüne Fluorescenz sehr intensiv auftritt, wenn man das mit dem Niederschlage versehene Rohr auf 0 Grad abkühlt. Man kann auf solche Weise den unteren Theil des Rohres grün fluoresciren lassen, während der obere Theil auch im auffallenden Lichte gelbroth erscheint. Durch die Abkühlung hat sich aus der Flüssigkeit Wasser niedergeschlagen, welches nun die Alkalilösung verdünnt; die Fluorescenz verschwindet wieder, sobald man durch Erwärmen mit der Hand das durch Abkühlung niedergeschlagene Wasser in der Flüssigkeit löst; es hinterbleiben dann die gelbrothen Tröpfchen der concentrirten Alkalilösung.

Während wasserhaltiger Aether in den Glasröhren einen flüssigen Niederschlag hervorruft, fehlt derselbe, wenn zur Füllung wasserfreier Aether dient. Ein Rohr, welches mit eosinhaltigem, wasserfreiem Aether gefüllt wurde, zeigte auch nach Verlauf mehrerer Wochen nicht die mindeste Rothfärbung; nur an der Verengung des zugeschmolzenen Endes war ein schwach röthlicher Schimmer bemerkbar; es wird hierdurch eine Spur Wasser angedeutet, welches vielleicht beim Zuschmelzen durch Zersetzung des Aetherdampfes entstanden ist[2]).

Es möge hier sogleich erwähnt werden, dass die gefärbte wässerige Schicht in den Glasröhren auch hervorgerufen wird, wenn zur Füllung derselben statt des Aethers andere mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeiten, wie Benzol, Petroleumäther, Chloroform, verwendet werden. Man ist geneigt anzunehmen, dass derartige Flüssigkeiten kein Wasser enthalten; die Annahme ist jedoch nicht richtig. Das käufliche Benzol z. B., in ein Glasrohr eingeschlossen, erfährt beim starken Abkühlen eine deutliche Trübung, und die Wandung des Rohrs beschlägt sich mit einem wässerigen Thau, welcher wieder verschwindet, wenn die Temperatur auf den ursprünglichen Werth steigt. Röhren, welche mit eosinhaltigem Benzol und eosinhaltigem Chloroform gefüllt worden waren, zeigten innerhalb einer Viertelstunde die bekannte Rothfärbung, welche ebenso wenig wie bei den früheren Versuchen von der Flüssig-

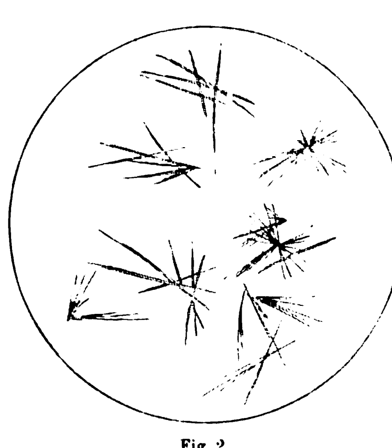
[1]) Das Eosin kann aus diesem Grunde in der Maassanalyse als Indicator der Alkalität benutzt werden. — [2]) Aether zersetzt sich in der Glühhitze zu Kohlenwasserstoff und Wasser.

keit getheilt wurde; hier war aber die Absonderung in einzelne Tropfen, wahrscheinlich ihrer Kleinheit wegen, nicht so deutlich erkennbar; auch hier blieb zunächst eine ungefärbte Zone, welche der Aufnahme des Wassers widerstand.

Um die Bedingungen für das Zusammentreffen von Aether und Glas denjenigen möglichst anzunähern, welche in den Libellen vorhanden sind, wurden auch einige Versuche mit ausgeschliffenen Röhren gemacht; es zeigte sich, dass die Abscheidung von Wasser bezw. die Rothfärbung der Glaswand in den geschliffenen Röhren womöglich noch schneller erfolgt als in den ungeschliffenen. Bei den Libellen kann man auch häufig sehr deutlich beobachten, dass, während die Schliffflächc überall mit Ausscheidungen bedeckt ist, dieselben an den nicht geschliffenen Stellen fast völlig fehlen.

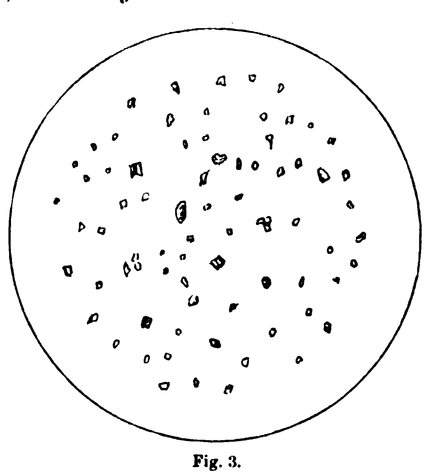
Es kann nach den angeführten Beobachtungen nicht zweifelhaft sein, dass die Ausscheidungen der Libellen, soweit sie tropfenförmig sind, der Wirkung des in der Füllungsflüssigkeit enthaltenen Wassers ihre Entstehung verdanken. Ueberall, wo Glas und Wasser zusammenkommen, findet eine Wechselwirkung beider Stoffe statt. Man braucht nur ein frisches Reagirrohr mit einer verdünnten Phenolphtaleïnlösung zu füllen, um diese Wirkung zu erkennen; die nach ganz kurzer Zeit eintretende Rothfärbung der Flüssigkeit deutet sie an. Die Wirkung des Wassers auf das Glas ist eine chemische; es erfolgt nicht eine einfache Auflösung, sondern das im Glase enthaltene, mit Kieselsäure verbundene Natron oder Kali vereinigt sich mit dem Wasser, und das so entstandene Alkalihydrat geht in Lösung, während die Kieselsäure mit den unlöslichen Silicaten zurückbleibt; nur ein kleiner Theil der Kieselsäure löst sich in der alkalischen Flüssigkeit auf. Man wird Belege für diese Ansicht, welche übrigens durch viele frühere Untersuchungen begründet ist, im späteren Theil dieses Aufsatzes finden.

Bildung von Krystallen. In vielen Fällen enthalten die Körperchen, welche sich als Ausscheidungen in den Libellen zeigen, Krystalle; dieselben sind mit blossem Auge und mit der Lupe kaum erkennbar, mit Hilfe des Mikroskopes bemerkt man sie aber bei 90facher Vergrösserung schon deutlich. Gewöhnlich erscheinen die Krystalle als Nadeln, seltener haben sie deutlich prismatische Form. Die mikroskopische Betrachtung der Krystalle wird einerseits durch die Rundung der Libellen, andererseits durch die rauhe Schlifffläche derselben erheblich erschwert. Die nachstehenden Abbildungen mögen zeigen, wie verschieden die in den Ausscheidungen der Libellen sichtbaren Krystalle ausgebildet sein können. Während Fig. 2 lange büschelförmig geordnete Nadeln aufweist, glaubt man in den in Fig. 3 (a. f. S.) gezeichneten Gebilden eine Andeutung rhombischer Formen zu erkennen. Jeder Tropfen scheint hier nur einen einzigen Krystall erzeugt zu haben, dessen Umriss wegen der noch anhaftenden Mutterlauge nicht sehr deutlich ist. Wahrscheinlich sind es gerade die Krystalle, welche in den Ausscheidungen hauptsächlich störend wirken. Wenn sie beim Bewegen der Blase aus der Flüssigkeit auftauchen, werden sie dem blossen Auge dadurch bemerkbar, dass ein Tropfen Aether an ihnen haftet.


Fig. 2.

Wegen der ausserordentlich geringen Mengen, in denen die Krystalle auftreten, stösst ihre chemische Untersuchung auf Schwierigkeiten. In den meisten

Fällen wird ihre Menge in einer einzelnen Libelle kaum mehrere Prozente eines Milligramms erreichen. Eine besonders stark mit Krystallen besetzte Libelle wurde genauer untersucht; die Krystalle lösten sich leicht auf, als man den Aether durch Alkohol ersetzte, sie zerflossen an der Luft und lösten sich ohne Rückstand in Wasser; die wässerige Lösung zeigte alkalische Reaction, welche jedoch nicht sehr deutlich war. Bei der Behandlung mit Salzsäure wurde Chlornatrium erhalten, dessen Würfel unter dem Mikroskope leicht erkennbar waren; eine Entwicklung von Kohlensäure oder eine Abscheidung von Kieselsäure beim Eindampfen der salzsauren Lösung war nicht zu bemerken; ebenso wenig konnte mit Hilfe von Chlorbaryum Schwefelsäure nachgewiesen werden.


Fig. 3.

Durch diese Versuche ist festgestellt worden, dass die Krystalle aus einem krystallisirbaren Natriumsalz bestanden, welches eine schwache, durch Salzsäure verdrängbare Säure enthält. Es können hier nur zwei Säuren ernstlich in Betracht kommen, Kohlensäure und Essigsäure; die zur Verfügung stehende Menge der Krystalle war zu gering, als dass mit Sicherheit hätte entschieden werden können, ob ein Carbonat oder ein Acetat vorlag. Wenn man in eine Krystalle enthaltende Libelle, nachdem sie von einem Theil ihrer Füllung befreit worden ist, etwas eosinhaltigen Aether einsaugt, so nehmen die Krystalle den Farbstoff auf, sie erscheinen dann unter dem Mikroskop deutlich roth gefärbt; man erkennt zugleich, dass sie aus wässeriger Lösung entstanden sind, denn der Tropfen, aus welchem sie erzeugt wurden, macht sich als ein runder rother Fleck bemerkbar, welcher mit dem Krystall noch im Zusammenhang steht; die Gebilde erscheinen auf diese Weise häufig wie ein Komma.

Man muss sich fragen, auf welche Weise die Krystalle entstanden sind. — Die bisher gemachten Beobachtungen sind noch nicht zahlreich genug, um darauf eine entscheidende Antwort zu geben; es kann jedoch als wahrscheinlich gelten, dass die zur Bildung der Krystalle nöthige Säure aus der in der Libelle eingeschlossenen Füllung stammt. Eine Spur Kohlensäure, welche beim Zuschmelzen des Glases aus den Feuergasen in das Rohr eindrang, eine Spur Essigsäure, welche der Aether enthielt, eine Spur Sauerstoff, welche nachträglich eine Oxydation des Aethers bewirkte, konnte zur Bildung von Krystallen Veranlassung geben, indem die unter dem Einflusse des Wassers entstandene Alkalilösung auf dem Glase neutralisirt wurde. Es ist wenigstens nicht schwer, in einem Versuchsrohr auf solche Weise Krystalle zu erzeugen.

Ein Rohr aus Thüringer Glas wurde mit wasserhaltigem Aether gefüllt, welcher Kohlensäure aufgelöst enthielt. Nach acht Tagen zeigte sich die Glaswand dicht mit wässerigen Tropfen bedeckt. Nach zwei Monaten erblickte man in mehreren derselben kleine prismatische Krystalle, und nach abermaligem Ablauf einiger Monate war das ganze Rohr mit Krystallen aus kohlensaurem Natrium bedeckt. Die wässerigen Tropfen waren anscheinend ganz in Krystalle übergegangen. Ein zweites Rohr, in welchem der kohlensäurehaltige Aether weniger Wasser enthielt, zeigte eine viel geringere Krystallbildung. In einem mit essigsäurehaltigem Aether gefüllten Rohr setzten sich oberhalb der Flüssigkeit nadelförmige Krystalle von essig-

saurem Natrium ab, sie verschwanden jedoch später wieder, als sie mit der Flüssigkeit benetzt wurden; diese enthielt so viel Essigsäure, dass sie die Krystalle wieder zu lösen vermochte. Beim Eindampfen der Lösung gewann man 2 *mg* Natriumacetat.

Häufig sind die beobachteten Krystalle so klein, dass man sie auch bei neunzigfacher Vergrösserung schwer als solche erkennt, sie sind auch oft ungleichmässig über das Glas vertheilt. Bisweilen treten sie in Zonen auf und sind gegen die Enden der Libelle stärker entwickelt als in der Mitte, oder das Umgekehrte ist der Fall. Die Beobachtungen sprechen dafür, dass manche Stellen der Glasoberfläche zugeschmolzener Libellen dem Angriff des Wassers und der Säuren stärker ausgesetzt sind als andere.

Die Natur und die Entstehung der Krystalle aus der wässerigen Lösung ist noch weiter zu verfolgen; vielleicht haben die Krystalle nicht immer die gleiche Beschaffenheit. Auch verdient die Frage in Betracht gezogen zu werden, ob Alkalisalze, welche Bestandtheile des Glases sind, vom Wasserniederschlage gelöst als Krystalle zu Tage treten können. Die oben (Seite 268) mitgetheilte Analyse der festen Ausscheidungsproducte erlaubt nicht zu entscheiden, welche Bestandtheile den Krystallen und welche der Lösung angehört haben. Wenn die analysirte Substanz viel kohlensaures Alkali enthielt, so dürfen wir daraus nicht folgern, dass dies in der geschlossenen Libelle vorhanden gewesen sei; es ist vielmehr anzunehmen, dass es (wenigstens zum grössten Theile) aus dem freien Alkali durch Anziehung von Kohlensäure aus der Luft entstanden ist[1]).

Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Bildung der Ausscheidungen. Aus der bekannten Thatsache, dass verschiedene Glasarten mehr oder weniger hygroskopisch sind, darf man schliessen, dass für die Entstehung der Ausscheidungen in den Libellen die Zusammensetzung des Glases nicht ohne Einfluss ist. Es seien hier die Analysen der Glassubstanz zweier Libellen nebeneinandergestellt, von denen die eine aus der Berliner Sternwarte stammt, wo sie acht Jahre lang, ohne dass sich Ausscheidungen darin gezeigt hätten, benutzt worden ist. Auf Anregung des Directors der Sternwarte, Herrn Geheimrath Prof. Foerster wurde das Glas von Dr. Schott analysirt. Die andere Libelle war ein schlechtes Exemplar, welches mit krystallischen Ausscheidungen über und über bedeckt und zum Gebrauch vollkommen untauglich geworden war; die Analyse des Glases wurde vom Verfasser ausgeführt.

Ein Blick auf nachstehende Zahlen lässt erkennen, dass sich die beiden Glassorten namentlich durch ihren Gehalt an Alkali unterscheiden. Das an Alkali arme, an Kieselsäure und Kalk reichere Glas hat eine gute, das alkalireiche, an Kieselsäure und Kalk ärmere Glas hat eine schlechte Libelle geliefert.

---

[1]) Es ist nicht ausgeschlossen, dass in den Libellen bisweilen wasserhaltiges Natronhydrat auskrystallisirt, wie man es entstehen sieht, wenn man in wasserhaltigen Aether eine Stange Natronhydrat stellt. Das dem Aether entzogene Wasser bildet dann eine concentrirte Natronlauge, welche nach einigen Tagen zum Theil in grosse tafelförmige Krystalle übergeht. —

Die Frage, ob ein aus der Luft aufgenommener Sauerstoffgehalt des Aethers innerhalb der Libellen zur Bildung einer Säure führen kann, bleibt einer späteren Untersuchung vorbehalten. Auf eine durch den Einfluss des Lichtes bedingte Absorption von Sauerstoff durch Aether hat bereits Schönbein aufmerksam gemacht, und L. Legler (*Berichte d. D. Chem. Gesellsch.* **18.** *S. 3343*) hat bei der Oxydation des Aethers eine krystallisirte Verbindung erhalten, welche sich mit Alkali unter Bildung von Ameisensäure zersetzt. Man darf daran denken, dass diese interessante Substanz vielleicht bei der Bildung der Krystalle in den Libellen eine Rolle spielt.

	I. Gute Libelle.	II. Schlechte Libelle.
Kieselsäure	70,8 %	66,5 %
Natron	8,7 „	16,1 „
Kali	7,0 „	8,2 „
Kalk	9,7 „	8,6 „
Magnesia	0,4 „	—
Manganoxyd	—	0,4 „
Eisenoxyd, Thonerde	1,5 „	0,2 „
Bleioxyd	1,7 „	—
	99,8	100,0

Man hat stets beobachtet, dass Libellen aus leicht schmelzbarem Thüringer Glase, welches viel Alkali enthält, in relativ kurzer Zeit verdorben sind. Dies wird durch eine Reihe von Versuchen bestätigt, welche seit einigen Jahren durch Herrn Reichel ausgeführt worden sind. Es hat sich daraus ergeben, dass die sogenannten harten Gläser die Ausscheidungen am wenigsten zeigen. In einigen von Reichel im Jahre 1884 gefüllten Versuchsröhren aus guten in Jena hergestellten Glassorten sind auch jetzt keine Andeutungen von Ausscheidungen wahrnehmbar. Die vorher mitgetheilten Versuche, welche die Aufnahme des Wassers aus wasserhaltigem Aether beweisen, wurden mit alkalireichem Thüringer Glase angestellt; der gefärbte Niederschlag bedarf zu seiner Entstehung um so längerer Zeit, je besser das angewendete Glas ist; bei dem Thüringer Glas von Tittel & Comp. ist z. B. in den ersten Stunden noch wenig von der Färbung sichtbar, erst nach einigen Tagen treten hier die einzelnen rothen Tröpfchen der Alkalilösung deutlich hervor.

Vor etwa einem Jahr erschien eine Abhandlung von Rieth[1]) über die Unregelmässigkeiten der Libellen. Die Auffassung über die Entstehung der Ausscheidungen, zu welcher dieser Forscher durch seine Beobachtungen geführt wird, unterscheidet sich in manchen Punkten von der hier mitgetheilten; jedoch erblickt auch Rieth die Ursache der Ausscheidungen in der Wirkung des Wassers auf das Glas und macht den Vorschlag, die Libellen künftig aus Böhmischem Glase, wie es in der Hütte von Kavalier geschmolzen wird, zu fertigen. Da das Böhmische Glas den gewöhnlichen Thüringer Glassorten gegenüber einen besonders hohen Grad von Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse besitzt, so ist es nicht zweifelhaft, dass der Vorschlag von Rieth ein wohlbegründeter ist und den bei der Herstellung von Libellen zu Tage tretenden Uebelständen kräftig entgegenwirkt. Allein die Beobachtungen der Mechaniker, welchen die Herstellung der empfindlichsten Libellen obliegt, sprechen dafür, dass sich auch in den Libellen aus Böhmischem Glase bisweilen störende Ausscheidungen zeigen. In einer kleinen mit Chloroform gefüllten Libelle aus diesem Glase konnten in der That mit der Lupe kleine Erhabenheiten bemerkt werden; als jedoch eosinhaltiger Aether in die Libelle gebracht wurde, zeigten sich keine rothgefärbten Partikel, das Glas blieb vollkommen farblos, und es ist sonach möglich, dass die beobachteten Erhabenheiten durch Ablagerung des in der Flüssigkeit suspendirten Staubes entstanden waren und mit den hier besprochenen Ausscheidungen nichts zu thun hatten.

[1]) Rieth, Zeitschr. f. Vermessungswesen. *16.* S. 297.

Auch Prof. R. Weber hat in einem am 4. Juni d. J. im Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses gehaltenen Vortrage die Wichtigkeit der Wahl des Glases besonders hervorgehoben und mässig harte Glassorten zur Herstellung der Libellen empfohlen.

4. Angreifbarkeit verschiedener Glassorten durch Wasser.

Da die Ausscheidungen der Libellen auf die Wirkung von Wasser auf Glas zurückgeführt worden sind, so war eine Prüfung verschiedener Glassorten auf den Grad ihrer Angreifbarkeit durch Wasser nahegelegt. Obwohl bereits mehrere Untersuchungen über diesen Gegenstand vorliegen, fehlt es in der Literatur an zahlenmässigen vergleichenden Zusammenstellungen, aus welchen die Unterschiede in der Angreifbarkeit der Gläser leicht zu erkennen wären. Sehr genaue Bestimmungen der Löslichkeit einzelner Glassorten sind von Dr. Schott[1]) ausgeführt worden; dieselben bedürfen aber noch der Mittheilung. Bei diesen Bestimmungen wurde der Gewichtsverlust, welchen das Glas durch Behandlung mit Wasser erleidet, auf die Oberflächeneinheit bezogen; sie umfassen daher nur solche Glassorten, welchen durch Verarbeitung mit der Pfeife eine regelmässige, messbare Oberfläche gegeben worden ist.

Für den vorliegenden Zweck kam es weniger auf die Beziehung der Löslichkeit zur Oberflächeneinheit, als auf die Vergleichung der Angreifbarkeit verschiedener Glassorten an. Die im Folgenden zu beschreibende Versuchsreihe wurde nach einer Methode gewonnen, bei welcher gleiche Oberflächen der Gläser mit heissem Wasser behandelt und die in Lösung gegangenen Bestandtheile bestimmt wurden. Das Glas wurde in Form eines groben gleichförmigen Pulvers angewandt, welches für jede Glassorte in gleicher Weise, durch Zerkleinern im eisernen Mörser, hergestellt wurde. Mit Hilfe zweier Siebe, von welchen das eine 72, das andere 121 Maschen auf das Quadratcentimeter enthielt, war es möglich, dem Pulver ein bestimmtes Korn zu geben und die feineren und gröberen Theile zu entfernen.

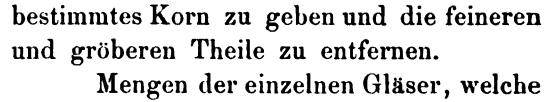




Fig. 4.

Mengen der einzelnen Gläser, welche einem Volumen von 8,01 *ccm* entsprachen, (dies ist der Raum, welchen 20 *g* Glas von Tittel & Comp. einnehmen), wurden abgewogen und jedesmal mit 70 *ccm* Wasser in einem Platingefäss von der Form des sogen. Erlenmeyer'schen Kolbens mit destillirtem Wasser[2]) fünf Stunden in einem siedenden Wasserbade erhitzt. Der Kolben war mit einem kleinen Rückflusskühler versehen, welcher mit einem Liebig'schen Kaliapparat zum Abschluss gegen die atmosphärische Kohlensäure verbunden war. Die Anordnung ist aus der beigefügten Zeichnung ersichtlich (Fig. 4). Nach vollständigem Erkalten folgte eine Filtration. 60 *ccm* vom Filtrat wurden dann auf ihre Bestandtheile untersucht.

Diese Methode hat den Vorzug allgemeiner Anwendbarkeit, da man dabei von der ursprünglichen Gestalt des Glases ganz unabhängig ist. Man vermag daher

[1]) Privatmittheilung. — [2]) Damit das destillirte Wasser keine festen Bestandtheile aus

mit Hilfe derselben auch diejenigen Glasarten zu prüfen, welche in den Hütten keine Verarbeitung mit der Pfeife erfahren, wie z. B. die optischen Gläser. Auch muss hervorgehoben werden, dass die Flächen, welche mit dem Lösungsmittel in Berührung kommen, in allen Fällen gleiche Beschaffenheit haben, insofern es frische Bruchflächen sind, bei denen man sicher sein kann, dass sie noch nicht dem Einfluss reinigender Operationen, welche die Angreifbarkeit verändern könnten, ausgesetzt waren. Endlich ist es nicht unwichtig, dass die Grösse der wirkenden Oberfläche erlaubt, die in Lösung gegangenen Bestandtheile einzeln zu bestimmen, was für die Beurtheilung eines Glases von Werth sein kann.

Die Genauigkeit der Methode darf indessen nicht überschätzt werden; sie enthält eine Fehlerquelle, welche zwar durch die Sorgfalt der Operationen vermindert, jedoch nicht ganz beseitigt werden kann. Es sind die Schwankungen in der Grösse der dargebotenen Oberfläche des Glases[1]). Sie bewirken, dass die erhaltenen Werthe um mehrere Procente ungenau sind; die Fehler mögen in extremen Fällen mehr als 10 Procent betragen. Indessen ist zu hoffen, dass die hier in Anwendung gebrachte Methode der Löslichkeitsbestimmung des Glases sich vielfach nützlich erweisen wird, wo es, wie bei vielen Fragen der Technik, auf eine sehr grosse Genauigkeit nicht ankommt[2]).

In der folgenden Tafel sind die Ergebnisse der mit 14 verschiedenen, möglichst typischen Glassorten angestellten Versuche verzeichnet; auf S. 279 ist eine Uebersicht der chemischen Zusammensetzung der Gläser angefügt.

---

den Gefässen aufnehmen konnte, wurde es in Metallgefässen aufbewahrt; wo es sich irgend ermöglichen liess, geschahen die analytischen Arbeiten in Platingefässen.

[1]) Da die beim Zerkleinern erzeugten Glassplitter je nach den Spannungsverhältnissen des Glases verschiedene Gestalt haben, so ist mit Hilfe der Siebe kein völlig gleichförmiges Pulver zu erzielen. Je nach der Lage, in welcher sich die einzelnen Fragmente den Oeffnungen des Siebes gegenüber befinden, werden die hindurchgehenden Stücke ein grösseres oder geringeres Volumen besitzen. Um über die Grösse des dadurch bedingten Fehlers einigen Aufschluss zu erhalten, wurden von mehreren Glassorten je 1000 Fragmente abgezählt und ihrem Volumen nach bestimmt. Es ergab sich:

1000 Fragmente Glas.	Gewicht in *g*.	Volumen in *ccm*.	Anzahl der Fragmente für 1 *ccm*.
Natronwasserglas	0,3135	0,1289	7757
Thüringer Glas v. Tittel & Co.	0,3375	0,1352	7396
Bleisilicat	0,8110	0,1280	7812
			Mittel 7655

Die Differenzen im Volumen bedingen auch Differenzen der Oberfläche.

Die absolute Grösse der wirkenden Oberfläche ist nicht bestimmbar, da die Fragmente sehr verschiedene Gestalt besitzen. Man kann sich jedoch eine ungefähre Vorstellung davon machen, wenn man zunächst annimmt, die Fragmente seien Kugeln. Da bei den Versuchen ungefähr 61 300 Fragmente zur Wirkung gelangten, welche eine Raumausdehnung von 8 *ccm* besitzen, so würde bei jener Annahme die Oberfläche 763 *qcm* betragen. Die Fragmente weichen jedoch sehr bedeutend von der Kugelgestalt ab, und darum muss die wirkende Oberfläche beträchtlich grösser sein.

Es muss hinzugefügt werden, dass auch Staubtheilchen in dem Glaspulver niemals fehlen, welche die Oberfläche noch etwas vergrössern. Ein Theil der Oberfläche wird übrigens dem Angriff des Wassers entzogen, da die Glasstücke aufeinander liegen und sich gegenseitig berühren.

[2]) Die Durchschnittsfehler können nur durch eine längere Erfahrung gefunden werden; die Methode ist in der gegenwärtigen Form sehr roh; vielleicht gelingt es, sie allmälig so zu verbessern, dass sie feineren Bestimmungen genügt.

Auch Prof. R. [illegible]
derung des Gewerbfle[illegible]
besonders hervorgeh[illegible]
empfohlen.

4. Angreifba[illegible]

Da die Auss[illegible]
zurückgeführt word[illegible]
Grad ihrer Angreifb[illegible]
suchungen über d[illegible]
mässigen vergleich[illegible]
Angreifbarkeit de[illegible]
der Löslichkeit ei[illegible]
selben bedürfen [illegible]
Gewichtsverlust, w[illegible]
flächeneinheit b[illegible]
beitung mit de[illegible]

Für den [illegible]
zur Oberfläche[illegible]
Glassorten a[illegible]
einer Method[illegible]
Wasser beha[illegible]
Das Glas w[illegible]
für jede Gl[illegible]
gestellt wur[illegible]
121 Masch[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	Anzahl der Mol. Alkali auf 1 Mol. Kieselsäure	Relative Löslichkeit nach der Summe d. Gelöst.	Relative Löslichkeit nach d. Sauerstoff d. Alkali.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	644,1	290,9
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	325,3	195,9
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	27,1	34,5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	12,6	19,3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,43	6,8	8,2
[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,24	6,1	7,6
[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,81	5,1	6,4
[illegible]	[illegible]	2,48	0,45	3,9	2,4
[illegible]	[illegible]	1,51	1,11	1,6	1,4
—	[illegible]	1,03	0,79	1	1
[illegible]	[illegible]	0,84	0,54	1,1	0,8
[illegible]	7,5	0,58	0,53	0,8	0,6
[illegible]	3,4	0,24	0,45	0,4	0,2
—	0,6	—	—	0,07	—

[illegible] haben bestätigt, was schon [illegible] Widerstandsfähigkeit der Gläser [illegible] ist. Je mehr lösliche Bestandtheile [illegible] daraus gelöst. Obwohl dies über- [illegible] Wasserglas in die Tafel aufge- [illegible] sind. Es wird dadurch anschau- [illegible] Glases bedingen. Die reinen Alkali- [illegible] auf, wenn auch langsamer und [illegible] Maasse, als den Alkalisilicaten un-

[illegible] ist der Reichsanstalt von der Firma Baerle [illegible] zur Verfügung gestellt worden. — [3]) Das durch [illegible] von Röhren, welche überaus stark mit aus- [illegible] bedeckt waren; es enthielt in der oberfläch- [illegible] ein starkes Abblättern beim Erhitzen des Glases [illegible] etwa 0,02 *mm*. — [4]) Das Glas wurde in der [illegible]gebrauches bezogen und ist ein schlechteres [illegible] mit Kryställchen von kohlensaurem Natrium [illegible] es Salzsäuredämpfen aussetzt. (Weber'sche [illegible] sehr niedrigen Kalkgehalt und stellt darum [illegible] Kauter, Direktor der Rheinischen Glashütten- [illegible]theilen, aus welchem die Zusammensetzung [illegible] O. Schott hat der Reichsanstalt mit grosser [illegible] sondern noch viele andere zu den Versuchen [illegible] seine werthvolle Unterstützung hätte die vorlie- [illegible] angeführte, aus dem Glassatze berechnete Zu- [illegible]ratorium zu Jena stammenden Gläser ist von [illegible] Das erkaltete Filtrat beider Wasserglassorten war

lösliche Silicate (oder freie Kieselsäure) hinzugefügt werden, steigt die Widerstandsfähigkeit der geschmolzenen Masse gegen Wasser.

Zusammensetzung der Gläser in Prozenten.

	Glas.	Na_2O	K_2O	CaO	Al_2O_3, Fe_2O_3	MnO	MgO	PbO	ZnO	B_2O_3	SiO_2	S	As_2O_3	Summe.
1	Kaliwasserglas	3,4	27,1	—	0,2	—	—	—	—	—	69,3	—	—	100,0
2	Natronwasserglas	24,3	—	—	2,3	—	—	—	—	—	73,4	—	—	100,0
3	Gelb. alkalireich. Glas	15,4	13,2	5,4	1,8	3,9	0,05	—	—	—	60,5	(0,2)	—	100,45
4	Thüringer Glas	16,5	6,6	3,5	3,0	0,3	—	—	—	—	70,4	—	—	100,3
5	Thüringer Glas von Tittel & Co.	14,3	7,1	6,7	0,4	0,2	0,2	—	—	—	71,5	—	—	100,4
6	Fensterglas	16,7	—	7,5	0,8	—	—	—	—	—	74,9	—	—	99,9
7	Bleiglas No. 249 aus Jena	6,0	12,0	—	—	0,08	1,0	19,7	—	—	61,12	—	0,1	100,0
8	Böhmisches Glas von Kavalier	1,4	13,3	6,8	0,5	—	—	—	—	—	78,3	—	—	100,3
9	Bleikrystallglas aus Ehrenfeld	0,6	12,1	—	—	—	0,06	31,2	—	—	56,0	—	—	99,96
10	Thermometerglas 16 III aus Jena	14,0	—	7,0	2,5	—	—	—	7,0	2,0	67,5	—	—	100,0
11	Zinkglas 362 a. Jena	7,0	13,0	—	—	0,02	—	—	10,0	4,0	65,58	—	0,4	100,0
12	Bleiglas 434 a. Jena	1,0	8,3	—	—	0,04	—	36,8	—	—	53,66	—	0,2	100,0
13	Bleiglas 483 a. Jena	0,2	7,3	—	0,5	0,05	—	47,0	—	—	44,75	—	0,2	100,0
14	Bleisilicat aus Jena	Spur		—	—			78,3	—	—	21,7	—	—	100,0

Es wurden einige Kalkgläser, einige Zinkgläser und einige Bleigläser untersucht; in allen drei Kategorien findet man Gläser, welche gegen Wasser sehr widerstandsfähig sind. Während unter den Kalkgläsern die leicht schmelzbaren Thüringer Gläser viel Alkali an das Wasser abgeben, wird das alkaliarme Böhmische Glas nur noch wenig vom Wasser angegriffen; in diesem unterstützt ein hoher Gehalt an Kieselsäure die schützende Wirkung des Calciumsilicats.

In neuerer Zeit hat man Dank den Untersuchungen des glastechnischen Laboratoriums zu Jena den Zinkgläsern besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Es scheint, dass das Zinksilicat dem Glase eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen Wasser[1]) zu geben erlaubt. Das Thermometerglas 16 III aus Jena, welches sowohl Zinkoxyd als Kalk enthält, wird vom heissen Wasser weniger leicht angegriffen als das Böhmische Glas. Auch hat sich bei der weiteren Verfolgung dieser Untersuchung ergeben, dass manche der in Jena versuchsweise hergestellten Zinkgläser noch bei weitem widerstandsfähiger sind.

Als diejenigen Gläser, welche der Einwirkung des Wassers den meisten Widerstand entgegensetzen, muss man die bleihaltigen Flintgläser bezeichnen. Man weiss, dass sie für elektrische Zwecke gute Isolatoren sind. Sie sind so wenig hygroskopisch, dass Warburg und Ihmori an ihnen nicht die Bildung einer Wasserhaut beobachten konnten.

---

eine gesättigte, aber nicht im Mindesten viscose Lösung. Das überschüssige, in der Hitze gelöste saure Silicat war beim Erkalten niedergeschlagen worden und zwar bei dem Natronwasserglas als gelatinöse, beim Kaliwasserglas als pulverisirbare wasserhaltige amorphe Schicht. Die ursprüngliche Substanz des Kaliwasserglases war gänzlich, die des Natronwasserglases kaum zur Hälfte zerstört worden. Die in der Tafel angeführten Zahlen beziehen sich auf die Bestandtheile des erkalteten Filtrats. — [1]) Durch Alkalien werden die Zinkgläser leicht angegriffen, die Auflösung ist zinkhaltig.

Die grosse Widerstandsfähigkeit der Flintgläser gegen Wasser ist um so bemerkenswerther, als dieselben durch andere chemische Agentien, wie Säuren und Alkalien, leicht angegriffen werden, sodass sie zum Gebrauch in chemischen Laboratorien keine Verwendung finden können. Das Bleisilicat macht die Gläser jedoch gegen Wasser nur widerstandsfähig, wenn es in beträchtlicher Menge darin vorhanden ist. Das in der Tafel an siebenter Stelle stehende Glas Nr. 249 mit einem Gehalt von 20 Prozent Bleioxyd ist gegen Wasser fast noch so unbeständig wie das Fensterglas. Das Krystallglas, dessen Bleigehalt gegen 30 Prozent beträgt, nähert sich betreffs seiner Widerstandsfähigkeit dem Thermometerglase. Steigt der Gehalt an Bleioxyd auf nahezu 50 Prozent, wie in dem an 13. Stelle stehenden Flintglas Nr. 483, so ist das Glas schon fünfmal so widerstandsfähig als das Thermometerglas und mehr denn hundertmal so widerstandsfähig als die schlechtesten im Handel befindlichen Glassorten.

Wenn das Alkalisilicat im Glase verschwindet, verliert sich auch die Löslichkeit im Wasser. Das reine Bleisilicat ist in Wasser so gut wie unlöslich[1]). Das unter 14 aufgeführte Glas vom spec. Gew. 6,3 hat nur noch die Spuren von Alkali abgegeben, welche es als Verunreinigung enthielt. Während dieses Bleisilicat gegen Wasser fast absolut beständig ist, wird es bei der Berührung mit verdünnten Säuren sofort unter lebhafter Erwärmung zersetzt, indem unter Abscheidung von Kieselsäure ein Bleisalz entsteht. In ähnlichem Sinne findet eine Zersetzung durch Alkalien statt.

Für die Ordnung, in welcher die Gläser in der Tafel aufgeführt worden sind, war die Ansicht maassgebend, dass die Angreifbarkeit des Glases durch seinen Alkaligehalt bedingt werde. Die Ordnung geschah daher nach der Menge der in Lösung gegangenen Alkalien. Da in ihnen sowohl Kali als Natron enthalten ist, so muss die Vergleichung unter Berücksichtigung der verschiedenen Moleculargewichte geschehen. Als Maass des gelösten Alkalis benutzt man zweckmässig die Menge des in den Alkalien enthaltenen Sauerstoffs, wobei auf 62 Gewichtstheile Natron (Na_2O) und 94 Gewichtstheile Kali (K_2O) 16 Gewichtstheile Sauerstoff gerechnet sind. Vergleicht man nun die in Form von Alkali in Lösung gegangenen Mengen Sauerstoff für die einzelnen Gläser, so erhält man eine Reihe von Zahlen, welche man eine Löslichkeitsskale der Gläser nennen kann. Als Einheit dieser Zahlen ist die aus dem Thermometerglas 16 III erhaltene gewählt worden, da für dessen Gleichartigkeit in der Gegenwart und nächsten Zukunft die besten Garantien gegeben sind. Die Angreifbarkeit der untersuchten Glassorten kann demnach annähernd durch folgende noch der Correctur bedürftige Zahlen ausgedrückt werden:

1.	Kaliwasserglas	291
2.	Natronwasserglas	196
3.	Gelbes alkalireiches Glas	34
4.	Thüringer Glas	19
5.	Thüringer Glas von Tittel & Co.	8
6.	Fensterglas	8
7.	Bleiglas No. 249 aus Jena	6
8.	Böhmisches Glas von Kavalier	2,4
9.	Bleikrystallglas aus Ehrenfeld	1,4

[1]) Die amorphen Silicate sind durch Wasser zum Theil dissociirbar; ein wenig Kieselsäure löst sich dadurch auf.

10.	Thermometerglas 16 III aus Jena	1,0
11.	Zinkglas 362 aus Jena	0,8
12.	Bleiglas 434 aus Jena	0,6
13.	Bleiglas 483 aus Jena	0,2
14.	Schwerstes Bleisilicat aus Jena .	—

Besondere Sorgfalt wurde darauf verwendet, das Verhältniss der in der Lösung befindlichen Alkalien zur Kieselsäure zu bestimmen.

Während man früher vielfach annahm, dass dem Glase durch Wasser ein Silicat von bestimmter Zusammensetzung entzogen werde, ist man neuerlich darauf aufmerksam geworden, dass die einzelnen Bestandtheile der Lösung wechseln. Emmerling[1]) hat die Ansicht ausgesprochen, dass die löslichen Stoffe dem Glase in dem Verhältniss entzogen werden, in welchem sie in ihm enthalten sind. Obwohl man nicht mit Sicherheit angeben kann, mit wieviel Kieselsäure die Alkalien im Glase verbunden sind, wird die Ansicht von Emmerling doch insofern bestätigt, als die Lösung um so mehr Alkali enthält, je mehr dieses der Kieselsäure gegenüber im Glase vorwaltet, und um so mehr Kieselsäure, je mehr das Alkali zurücktritt.

In den in der Tafel bezeichneten Fällen schwankte die auf 1 Mol. Kieselsäure gelöste Menge Alkali (Na_2O bezw. K_2O) zwischen 0,28 und 2,6 Molekülen; dies Verhältniss steht jedoch nicht im directen Zusammenhange mit der Widerstandsfähigkeit des Glases gegen heisses Wasser.

Mancherlei Beobachtungen zwingen zu der Annahme, dass je nach den Bedingungen, unter denen das Wasser auf das Glas einwirkt, das Verhältniss zwischen den gelösten Bestandtheilen veränderlich ist. Unter den Ursachen, welche diesen Wechsel bedingen, ist neben der Concentration und der Zeit namentlich die Temperatur zu nennen. Heisses Wasser löst aus dem Glase die Bestandtheile im anderen Verhältniss als kaltes. Man erkennt dies am leichtesten beim Wasserglase. Während in der Lösung, welche Wasser von 100 Grad bewirkt hatte, auf 1 Mol. Kieselsäure 0,36 Mol. Natron kommen, wurden in der Lösung, welche durch kaltes Wasser bewirkt worden war, auf 1 Mol. Kieselsäure 3,1 Mol. Natron gefunden. 60 *ccm* einer Lösung, welche durch 9tägige Berührung von 19,5 *g* Wasserglaspulver mit 70 *ccm* Wasser von 20 Grad erhalten worden waren, enthielten nämlich 0,059 *g* Kieselsäure und 0,045 *g* Natron.

Dass das Wasserglas durch Wasser zersetzbar ist, findet sich in der Literatur bereits häufiger erwähnt. Die Zersetzung geschieht in dem Sinne, dass Alkali von dem Wasser gelöst wird, während die Kieselsäure ungelöst bleibt. Es gelingt durch geeignete Behandlung mit Wasser, aus Wasserglas Kieselsäure zu erhalten, welche von Alkali fast völlig frei ist. Es ist eine Bestätigung der von Warburg und Ihmori ausgesprochenen Ansicht, dass der erste Angriff des Wassers aus dem Glase Alkali frei mache. Das gebildete Alkali bewirkt wahrscheinlich in jedem Falle die Auflösung einer kleinen Menge von Kieselsäure, jedoch selten so viel, als zur Bildung des Salzes $Na_2O — SiO_2$, des einzigen krystallisirbaren Natriumsilicats, erforderlich sein würde. Aus dem Gesagten geht hervor, dass man die mitgetheilten Zahlen der Löslichkeit der Gläser, welche die Wirkung des Wassers von 100 Grad kennzeichnen, nicht ohne Weiteres auf die Wirkung von kaltem Wasser beziehen darf. Möglicherweise würde dafür die Reihenfolge der Gläser etwas verschoben erscheinen.

Es ist hier nicht der Ort, die Einwirkung des Wassers auf das Glas weiter

[1]) Liebigs Annalen d. Chem. u. Pharm. **150.** S. 257.

zu verfolgen; hier möge nur noch betont werden, dass, wie die Flintgläser beweisen, für die Einwirkung des Wassers auf das Glas andere Einflüsse maassgebend sind als für die Einwirkung von Säuren (oder Alkalien), welche von R. Weber[1]) in umfassenderer Weise studirt worden ist.

5. Mittel zur Herstellung haltbarer Libellen.

Nachdem im Vorstehenden versucht worden ist, die Ursache der in den Libellen beobachteten Störungen klarzulegen, sind jetzt die Mittel zu besprechen, welche zur Abhilfe der Missstände und zur Herstellung haltbarer Libellen führen können.

Da die erste Ursache der Störungen in der Einwirkung der zur Füllung dienenden wasserhaltigen Flüssigkeit auf das Glas zu suchen ist, so werden offenbar zwei Wege zur künftigen Vermeidung dieser Störungen führen können. Der eine wird darin bestehen, die Libellen mit wasserfreien Flüssigkeiten zu füllen, der andere, die Libellen aus widerstandsfähigem Glase zu fertigen.

Wenn man die Schwierigkeiten vor Augen hat, welche es mit sich bringt, den Aether völlig zu trocknen und ihn namentlich im trockenen Zustande in die Libellen überzuführen, so wird man nicht geneigt sein, ausschliesslich die Füllung mit wasserfreiem Aether zu empfehlen. Auch würde es besonderer Sorgfalt bedürfen, das Libellenrohr vor der Füllung bei erhöhter Temperatur zu trocknen, eine Operation, bei welcher die Möglichkeit einer Formveränderung des Rohres nicht ausgeschlossen ist[2]). Inwieweit eine Spur Wasser hinreicht, die Bildung der Ausscheidungen zu veranlassen, dafür fehlt es noch an Beobachtungen.

Die schon früher mehrfach angestellten Versuche, an Stelle von Aether die Libellen mit anderen mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten zu füllen, haben bis jetzt zu keinem sicheren Erfolge geführt. Geschah die Füllung in Röhren aus schlechtem Glase, so haben sich häufig Ausscheidungen gezeigt, sei es nun, dass Chloroform, Petroleumäther oder Schwefelkohlenstoff[3]) zur Füllung gedient hatten. Die Beobachtungen darüber sind jedoch noch nicht abgeschlossen; möglicherweise ist eine oder die andere der bisher noch nicht versuchten Flüssigkeiten aus dem reichen Gebiete der organischen Chemie zur Füllung der Libellen geeignet. Wasser und Alkohol sind zu wenig leichtflüssig, um für die Füllung empfindlicher Libellen in Frage zu kommen; bei diesen Flüssigkeiten würden die tropfenförmigen oder krystallischen Ausscheidungen freilich vermieden werden, sie bringen das Material der Ausscheidungen in Lösung; eine allmälig eintretende Corrosion des Glases ist hier aber nicht ausgeschlossen. 4 *ccm* Wasser, welche in einem Versuchsrohr aus gutem Thüringer Glase 7 Monate lang eingeschlossen waren, reagirten schwach alkalisch und hinterliessen beim Eindampfen 1,5 *mg* Rückstand, welcher (nach der Einwirkung der Luft) zum grössten Theil aus kohlensaurem Natrium bestand. Bei dem Eindampfen mit Salzsäure schied sich eine sichtbare Menge Kieselsäure ab. Als man ferner zwei mit Alkohol gefüllte und mehrere Jahre lang ohne Störung be-

---

[1]) R. Weber, Wiedemanns Annalen. *6.* S. 431. — [2]) Es wurde bereits erwähnt, dass der Aetherdampf in der Glühhitze sich unter Bildung von Kohlenwasserstoff und Wasser zersetzt; beim Zuschmelzen der Capillaren würde also etwas Wasser gebildet werden. — [3]) Diese Flüssigkeit eignet sich besonders wenig zur Füllung der Libellen, da sich, wahrscheinlich unter dem Einfluss des Lichtes, aus ihr eine feste humusartige Substanz abscheidet, welche sich an die Wand des Rohres anlegt und die Farben dünner Blättchen zeigt. Die Substanz ist braun, amorph, in Alkalien löslich und durch Säuren aus der Lösung wieder fällbar. Wahrscheinlich bedingt sie die allmälig am Licht eintretende Gelbfärbung des Schwefelkohlenstoffs.

nutzte Libellen entleerte, hinterliess die Flüssigkeit beim Verdunsten in einer Platinschale einen deutlichen feuerbeständigen Rückstand, welcher in Wasser löslich war und rothes Lackmuspapier blau färbte; derselbe bestand mithin aus Alkalihydrat (Carbonat).

Sicherer als der erstgenannte Weg, die Ausscheidungen der Libellen zu vermeiden, erscheint der zweite Weg, die Libellen aus widerstandsfähigem Glase herzustellen. Es wird vielleicht noch mancher Versuche bedürfen, das zweckmässigste Glas auszuwählen; von den in der Tafel verzeichneten Gläsern kommen nur wenige dafür in Betracht. Wenn man von den Flintgläsern mit allzu hohem Bleigehalt zunächst absieht, deren Weichheit zu Formveränderungen der Libellen Veranlassung geben könnte, würde man die Wahl haben zwischen dem kalkhaltigen Böhmischen Glase, dem zinkhaltigen Thermometerglase und dem bleihaltigen Krystallglase.

Um die Brauchbarkeit der genannten drei Glassorten für den vorliegenden Zweck zu prüfen, sind daraus Libellen von hoher Empfindlichkeit geschliffen und mit wasserhaltigem Aether gefüllt worden; sie sollen einer dauernden sorgfältigen Beobachtung unterworfen werden. Es muss sich dann zeigen, ob in diesen Röhren, welchen man noch zum Vergleich eine Libelle aus Thüringer Glas hinzugefügt hat, Ausscheidungen auftreten, welche die Empfindlichkeit der Instrumente beeinträchtigen können. Die Bedingungen für die Entstehung der Ausscheidungen sind absichtlich möglichst günstig gewählt worden, insofern die Füllung mit wasserhaltigem Aether geschah.

Eine zweite Reihe von Libellenröhren aus den genannten Glassorten wurde mit wasserfreiem Aether gefüllt. Wenn es für die Bildung der Ausscheidungen der Mitwirkung des Wassers bedarf, wie man aus den mitgetheilten Beobachtungen schliessen muss, so werden in diesen Libellen die Störungen ausbleiben.

Man wird in der Praxis bestrebt sein müssen, die beiden angedeuteten Wege zur Vermeidung der Ausscheidungen zu verbinden und einerseits ein möglichst widerstandsfähiges Glas, andererseits einen möglichst wasserfreien Aether zu verwenden. Dass man bei Anwendung dieser Hilfsmittel die so tief empfundenen Uebelstände vermeiden wird, dafür spricht die von Herrn Reichel in der letzten Zeit durch sorgsame Beobachtung gewonnene Erfahrung, dass in Libellen aus stark bleihaltigem Glase, welche mit möglichst trockenem Aether gefüllt wurden, die Ausscheidungen völlig ausgeblieben sind, obwohl seit der Füllung der Libellen bereits ein Zeitraum von 4 bis 5 Jahren verstrichen ist.

Charlottenburg, den 7. Juli 1888.

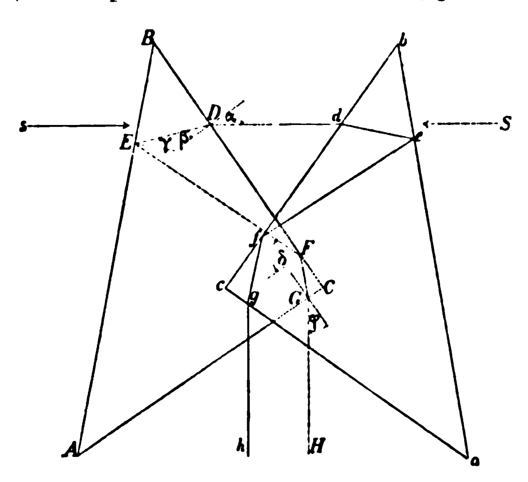
Ueber das neue Prismenkreuz von Starke & Kammerer.

Von

Professor **Franz Lorber** in Leoben.

Wenn ein Strahl HG (vgl. Fig. a. f. S.) auf die Fläche AC eines geraden dreiseitigen Glasprismas ABC unter einem Winkel φ gegen das Loth auffällt, und nach zweimaliger Brechung und zweimaliger Reflexion bei D wieder austritt, so ist der Winkel α, welchen der austretende Strahl DS mit dem Lothe bildet, nur dann dem Winkel φ gleich, wenn der brechende Winkel $C = 2\,B$ ist. In diesem Falle ist der Winkel w, welchen die beiden Strahlen HG und DS mit einander einschliessen, gleich C,

während allgemein für denselben $w = C + \alpha - \varphi$ erhalten wird. Soll $w = C = 90°$ sein, so muss demnach $B = A = 45°$ sein, d. h. das Prisma muss gleichschenklig und rechtwinklig sein. Ein jedes derartige Prisma in entsprechender Fassung (Winkelprisma von Bauernfeind) gestattet also die Absteckung von rechten Winkeln, zu welchem Zwecke die Hypotenusenfläche mit einem Silberbelage versehen, beziehungsweise auch geblendet wird; richtet man die directe Visur bei D über das Prisma weg auf einen Absteckstab s, so muss in derselben Richtung das Bild des Stabes H gesehen werden, wenn Ds senkrecht zu HG ist.



Natürlich lässt sich die Absteckung auch so ausführen, dass die directe Visur in die Richtung HG fällt und der Stab, dessen Bild im Prisma gesehen wird, sich in S befindet; dieser Anwendung steht aber bei dem gewöhnlichen Winkelprisma der Umstand störend im Wege, dass Bilder anderer Gegenstände Strahlen auf die Kathetenfläche BC senden. Man muss zwar auch bei dem zuerst angegebenen Vorgange beachten, dass das richtige Prismenbild benutzt wird; dies ist leicht möglich, wenn man berücksichtigt, dass von jedem Gegenstande, von welchem Strahlen auf die Kathetenfläche auffallen, noch ein zweites Bild entsteht, zu dessen Erzeugung die Strahlen bloss einmal reflectirt werden. Dieses letztere Bild ist von der Grösse des Einfallswinkels abhängig, also beim Drehen des Prismas beweglich, während das zum Abstecken von rechten Winkeln dienende Bild von dem Einfallswinkel unabhängig ist, und daher seinen Ort bei einer Drehung des Prismas nicht verändert.

Das bewegliche Bild wird bei dem längst bekannten Bauernfeind'schen Prismenkreuz, welches zum Abstecken von Geraden dient, benutzt; bei diesem Instrumente sind zwei Prismen von der angegebenen Form so vereinigt, dass die Hypotenusenflächen auf einander senkrecht stehen und zwei Kathetenflächen AC und ac in eine Ebene fallen. Das Bauernfeind'sche Prismenkreuz ermöglicht mit jedem der beiden Prismen die Absteckung von rechten Winkeln und mit der Vereinigung derselben die Ermittlung von Zwischenpunkten einer Geraden.

Seit einiger Zeit werden von Starke & Kammerer in Wien Prismenkreuze angefertigt, welche demselben Zwecke dienen, aber nur die unbeweglichen Bilder der Prismen benutzen. Bei diesem neuen Prismenkreuze wird zum Zwecke der Absteckung von rechten Winkeln die directe Visur über das Prisma weg in der Richtung HG beziehungsweise hg, (vgl. Figur), in der auch das durch das Prisma entstehende unbewegliche Bild liegen muss, bewerkstelligt. Damit überhaupt ein solches Bild zu Stande kommt, d. h. damit der Strahl im Innern des Prismas zweimal reflectirt wird, ist erforderlich, dass der in E von der Hypotenusenfläche zurückgeworfene Strahl noch auf die Eintrittsfläche BC gelangt; dazu ist vor allem nothwendig, dass SD auf der Seite des rechten Winkels liegt. Wäre dies nicht der Fall, so wäre der Winkel, welchen ED und EF in E mit dem Lothe bilden, grösser als 45°, der Strahl EF würde dann nicht mehr die Fläche BC treffen, sondern auf AC reflectirt werden. Aber selbst dann, wenn SD auf der Seite des rechten Winkels

liegt, wird nicht immer die Eintrittsfläche getroffen werden können; damit dies geschieht, darf die Entfernung des Punktes D von B eine bestimmte Grösse nicht überschreiten. Jedenfalls muss die Bedingung erfüllt werden, dass

$$BD + DF < BC,$$

oder wenn $BD = x$ und die Länge der Kathete $= k$ gesetzt wird,

1) . . . . $x + DF = BF < k$

ist.

Sind α und β der Einfalls- bezw. Brechungswinkel in D, γ und δ die Winkel, unter welchen die Reflexion in E und F stattfindet, so müssen, die gleichschenklig rechtwinklige Gestalt des Prismas vorausgesetzt, die Winkel, welche FG und der austretende Strahl GH mit dem Lothe in G bilden, gleich β beziehungsweise α sein.

Darnach erhält man:

$$DF = \frac{DE \sin 2\gamma}{\cos \delta} = \frac{BD \sin 45 \sin 2\gamma}{\cos \delta \cos \gamma},$$

und weil $\delta = 45 + \gamma$, $\gamma = 45 - \beta$ und $\delta = 90 - \beta$ ist, auch $BF = x \operatorname{cotan} \beta$, womit die erwähnte Bedingung lautet:

$$x < k \tan \beta,$$

oder wenn, wegen $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$, für $\tan \beta = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$ eingeführt wird, auch:

2) . . . . $x < \frac{k \sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$.

Durch Umkehrung der in 2) ausgedrückten Bedingung findet man weiter:

3) . . . . $\sin \alpha > \frac{x\, n}{\sqrt{k^2 + x^2}}$,

und wenn man auch die Entfernung des austretenden Strahles vom Scheitel des rechten Winkels, d. i. $CG = y$ mit berücksichtigt, erhält man:

$$y = CF \operatorname{cotan} \delta = (k - x \operatorname{cotan} \beta) \tan \beta = k \tan \beta - x,$$

oder

4) . . . . $x + y = k \tan \beta = \frac{k \sin \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}}$.

Bei dem Prismenkreuze von Starke & Kammerer sind die Prismen anders angeordnet als bei dem Bauernfeind'schen; die Einrichtung des Instrumentes wird durch die Figur auf S. 284 versinnlicht.

Denkt man sich zunächst die beiden Prismen, von welchen das eine ABC unten, das andere abc oben ist, so gestellt, dass die Hypotenusenflächen zu einander parallel, also die Kathetenflächen AC und ac, beziehungsweise BC und bc auf einander senkrecht sind, so kann man mit jedem Prisma für sich rechte Winkel, mit ihrer Vereinigung aber gerade Linien abstecken.

Das erstere ist nach dem Früheren ohne Weiteres klar; letztere Anwendung ergiebt sich aber auch sehr leicht, weil, wenn man in einem Zwischenpunkt der Geraden Ss sich befindet, die aus den beiden Prismen austretenden, von S und s kommenden Strahlen senkrecht zu Ss stehen, also zu einander parallel sind und daher die Bilder von S und s in derselben Richtung gesehen werden müssen.

Die Prismen sind in einem cylindrischen, mit einem Handgriff versehenen Gehäuse eingeschlossen; in demselben sind entsprechende Oeffnungen angebracht, durch welche die Strahlen auf die Prismen auffallen, beziehungsweise die Visuren hergestellt werden können. Insbesondere sind in dem vorderen Theile des Cylinders, wo die Strahlen austreten, drei kleine rechteckige Oeffnungen ausgeschnitten, von welchen die eine dem oberen, die andere dem unteren Prisma gegenüber sich befindet, während die mittlere den Einblick in beide Prismen gestattet.

Durch die obere, beziehungsweise untere Oeffnung wird visirt, wenn rechte Winkel abgesteckt werden sollen, und zwar durch die obere oder untere, je nachdem der zweite Schenkel nach links oder rechts von der directen Visur sich befindet; durch die mittlere Oeffnung wird visirt, wenn ein Zwischenpunkt einer Geraden ermittelt werden soll. Es liegt in der Natur der Sache und ist überdies aus der in Gleichung 4) enthaltenen Bedingung unmittelbar zu ersehen, dass für den letzteren Zweck nur solche Strahlen in Betracht kommen können, welche nahe senkrecht zur Hypotenusenfläche, also mit einem Einfallswinkel von beiläufig 45° auffallen, weil sonst, wenn die Gerade erheblich von dieser Lage abweichen würde, wohl die Bedingung für den einen Punkt, aber nicht zugleich für den andern Punkt erfüllt wäre.

Es ist früher angenommen worden, dass die Hypotenusenflächen der Prismen parallel seien; indessen ist es im Hinblick auf die Beziehungen zwischen den ein- und austretenden Strahlen bei den in Frage kommenden Bildern leicht zu ersehen, dass das Prismenkreuz auch dann richtig ist, wenn diese beiden Flächen, wie aus der Figur ersichtlich, einen kleinen Winkel mit einander einschliessen.

In Folge dessen hat sich die Prüfung des Instrumentes bloss auf die Untersuchung, ob die Prismen die richtige Gestalt haben und ob ihre Axen parallel sind, zu erstrecken. Bei dem Bauernfeind'schen Prismenkreuze tritt bekanntlich noch die Untersuchung, ob die Hypotenusenflächen senkrecht zu einander stehen, hinzu; die Prüfung bei dem Instrumente von Starke & Kammerer ist also einfacher.

Die beiden erwähnten Untersuchungen werden auf bekannte Weise vorgenommen, und zwar die erstere derart, dass man mit dem zu untersuchenden Prisma in dem Punkte A einer Geraden AB eine senkrechte AC, dann in demselben Punkte auf AC abermals eine Senkrechte AD errichtet und nachsicht, ob die drei Punkte BAD in eine Gerade fallen; ob die Prismenaxen parallel sind, prüft man dadurch, dass man, in beide Prismen gleichzeitig sehend, beurtheilt, ob die Bilder paralleler Gegenstände auch parallel erscheinen.

Das Instrument besitzt keine Correctionsvorrichtung, weil, wenn die richtig geschliffenen Prismen auch richtig befestigt sind, in Folge des Druckes, welcher auf dieselben durch zwei an dem Gehäusedeckel angebrachte kräftige Federn ausgeübt wird, eine Veränderung ihrer Stellung nicht zu befürchten ist.

Das Gesichtsfeld der Prismen (beiläufig 11°) ist genügend gross, die Bilder sind sehr rein und hell. Mit Rücksicht auf die einfache und bequeme Handhabung und auf die Beständigkeit des als richtig befundenen Instrumentes[1]) ist die Annahme berechtigt, dass sich das neue Prismenkreuz, welches von Starke & Kammerer in bekannter vorzüglicher Ausführung hergestellt wird, bald einer grossen Beliebtheit erfreuen wird.

---

[1]) Von der Genauigkeit der Winkelprismen und der übrigen zum Abstecken rechter Winkel benutzten Instrumente wird ein späterer Aufsatz handeln.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber eine neue Form von Elektroden an Glasgefässen.

Von **F. Heerwagen**, Assistent am physikal. Kab. d. Univ. Dorpat.

Es ist bekannt, wie leicht in Glasgefässe eingeschmolzene Platindrähte hart an der äusseren Wand des Glases abbrechen, und wie unbequem in solchen Fällen die Herstellung einer leitenden Verbindung ist. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, habe ich mit Erfolg Elektroden mit Quecksilbercontact hergestellt. Da ich diese Form der Elektroden bisher nirgendwo angegeben fand, auch nicht in Ebert's kürzlich erschienener *Anleitung zum Glasblasen*, so halte ich es nicht für überflüssig, dieselben hier zu beschreiben.

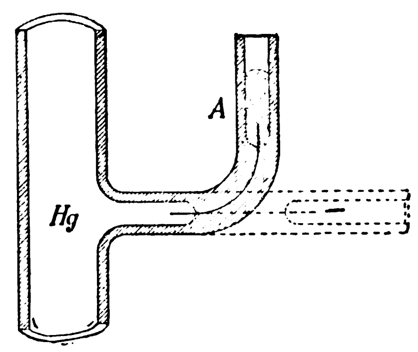


Fig. 1.

Fig. 1 zeigt die Elektrode in wirklicher Grösse, wie ich sie an einem Capillarelektrometer anbrachte. Dort, wo die Elektrode in das Glasrohr führen soll, setzt man ein engeres Röhrchen in die Wand ein. Dieses verengt man nahe der Wand auf eine Strecke von 1 bis 2 *cm*, steckt ein Stückchen ausgeglühten Platindraht hinein, und schliesst die Verengung über dem Drahte. Darauf biegt man das Röhrchen nach oben, und schneidet es in passender Länge ab. In das entstandene Gefässchen *A* bringt man etwas Quecksilber, in welches der Zuleitungsdraht hineintaucht. Diesen kann man, wenn nöthig, mit einem Kork festklemmen oder ihn durch Umwickeln um *A* befestigen. Das Reagensglas, welches die verdünnte Schwefelsäure für das Capillarelektrometer enthält, ist mit seinem unteren Theile in Fig. 2 abgebildet. Dieselbe Form dient beispielsweise für Clark'sche Normalelemente. Ein Springen des Röhrchens über dem Platindrahte wird sicher verhütet, auch bei Erwärmung, wenn man die Vorsicht gebraucht, den geschlossenen Theil noch einmal stark zu erhitzen, nachdem das Ganze bereits die gewünschte Form erhalten hat.

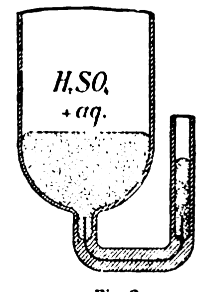


Fig. 2.

Die Herstellung der beschriebenen Elektroden mit Quecksilbercontact ist eine so einfache, und die Vorzüge derselben gegenüber den gebräuchlichen frei hervorstehenden Platindrähten sind so bedeutend, dass ich ihre Anbringung überall da aufs Wärmste empfehlen kann, wo die Leitung in das Innere des Gefässes von Uebergangswiderständen frei sein soll, so namentlich auch bei Hofmann'schen Wasserzersetzungsapparaten.

Doch auch bei Geissler'schen Röhren kann der Quecksilbercontact mit Vortheil benutzt werden. Füllt man das Röhrchen *B* (Fig. 3), dessen Lumen dann freilich höchstens 2 *mm* betragen darf, mit reinem Quecksilber, und sorgt dafür, dass auch im äussersten Winkel keine Luftblase mehr zurückbleibt, so kann auch bei horizontaler Stellung in *B* ein Draht eingeführt werden, ohne dass das Quecksilber ausläuft. Ja das Quecksilber sitzt so fest in dem Röhrchen, dass man die Oeffnung unbeschadet nach unten kehren und das Rohr auf den Tisch klopfen kann, ohne dass etwas ausläuft. Dies ist für die praktische Anwendbarkeit wichtig, denn es wäre zu unbequem, wenn man bei jeder Stellungsänderung des Apparates darauf achten müsste, kein Quecksilber zu verlieren.

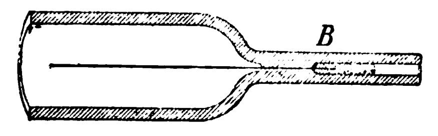


Fig. 3.

Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente, Apparate und Präparate in Köln.

Zur Aufnahme der mit der 61. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte verbundenen wissenschaftlichen Ausstellung in Köln im September d. J., zu welcher bereits zahlreiche Anmeldungen eingegangen sind, ist in einer in Mitte der Stadt am Elogiusplatz gelegenen neugebauten Doppelschule ein sehr passendes Gebäude gefunden worden. Schöne helle Säle, die mit einander verbunden sind, eine grosse Turnhalle mit Oberlicht ermöglichen eine bequeme günstige Aufstellung, während die Lage in der Mitte der Stadt und in der Nähe der Fest- und Sitzungslocale eine häufige Besichtigung ohne Zeitverlust gestattet. — Um einen regeren Verkehr zwischen Ausstellern und Fachleuten im beiderseitigen Interesse anzubahnen, sind in demselben Gebäude Räume bereit gestellt, worin Demonstrationen ausgestellter Gegenstände vor einem grösseren Zuhörerkreis (auch event. Sectionssitzungen) abgehalten werden können.

Referate.

Ueber Coradi's Kugelplanimeter.

Von Prof. Fr. Lorber in Leoben. *Zeitschr. f. Vermessungswesen.* ***17.*** *S. 161.*

Bei den bisher ausgeführten Planimetern vollführt die Messrolle auf ihrer Unterlage rollende und gleitende Bewegungen, von welchen auf die Flächenbestimmung nur die ersteren Einfluss haben; die gleitenden Bewegungen sind es, welche der Wirksamkeit des Planimeters störend in den Weg treten, und daher war das Bestreben der Mechaniker vorwiegend stets darauf gerichtet, dieselben so gering als möglich zu machen.

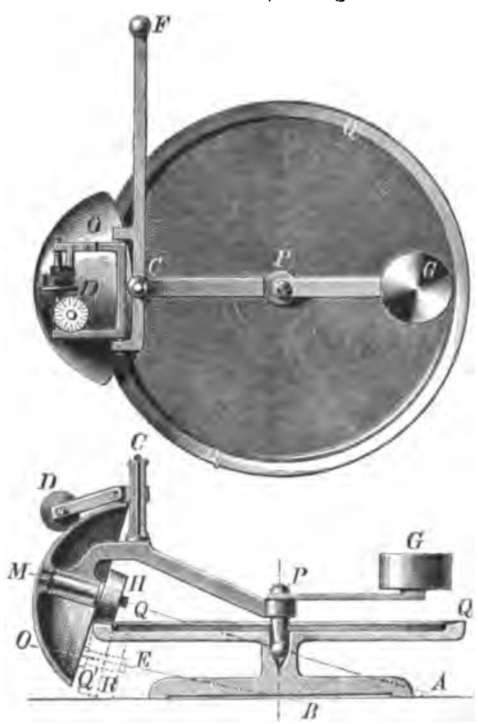


Fig. 1.

Diesem Bestreben sind die sogenannten Präcisionsplanimeter von Hohmann und Coradi zu verdanken, bei denen als Grundsatz aufgestellt wurde, dass auf der Planunterlage nur rollende Bewegungen vorkommen dürfen. (*Hohmann, das Präcisionspolarplanimeter. Karlsruhe 1882. Das Linear-Rollplanimeter. Erlangen 1885.*) Schon bei der ersten Construction dieser Planimeter war der Vorschlag gemacht, unter Beibehaltung der gewöhnlichen Messrolle an Stelle der Scheibe ein Kugelsegment zu setzen, doch scheint der Vorschlag nicht praktisch ausgeführt zu sein.

In einer sehr interessanten Abhandlung über die theoretischen Bedingungen der Planimeter, in welcher eine Anzahl verschiedener Constructionen besprochen werden, drückt der auf diesem Gebiete wohlerfahrene Mechaniker J. Amsler-Laffon (*diese Zeitschr. 1884, S. 11*) die Ansicht aus, dass nur ein Instrument, bei welchem ein Cylinder auf einer Kugel sich wälzt, bei genauer Ausführung Anspruch auf die Bezeichnung „Präcisionsplanimeter“ machen dürfe. Zur bequemeren Orientirung unserer Leser sei es Ref. gestattet, diejenigen Constructionstypen, welche Amsler Veranlassung zu diesem Ausspruche gaben, hier nochmals anzuführen. (*Vgl. a. a. O. S. 19*):

„Kugelplanimeter, bei welchem die Laufrolle D auf einer Kugelfläche (bezw. Kugelkalotte) läuft. Fig. 1 zeigt ein solches Instrument, bei welchem die Leitlinie ein Kreis mit dem Centrum P ist. Die Lage dieses Kreises ist durch sein auf der Zeichnungsebene liegendes

Gewicht fixirt. Die Kugel O wird im Kreise herumgeführt durch den Fahrarm CF, und in Drehung gesetzt, entweder mittels eines conischen Antriebes H direct von dem mit dem festen Centrum verbundenen Conus Q aus, oder durch Zwischenlage einer mit Friction auf der Zeichnungsebene laufenden Rolle R, welche H durch einen Conus Q' antreibt. Im letzteren Falle muss aber dann, wenn Gleitung zwischen H und Q' vermieden werden soll, der Spitzenwinkel des Conus H ein etwas anderer werden als in der Figur; es muss nämlich die Kante desselben nach dem Durchschnittspunkte der Axe MA der Kugeln bezw. des Conus H mit der Axe EB des Zwischenrades R und Conus Q' gerichtet sein. — Die Uebertragung der Bewegung von dem Conus Q oder Q' aus auf den mit der Kugelaxe verbundenen Conus H kann durch blosse Friction, besser durch ganz flache Verzahnung bewerkstelligt werden.

„In Fig. 2 ist eine Modification dieses Apparates dargestellt, bei welcher die Laufrolle D durch einen Cylinder ersetzt ist. Dieser ist nicht fest mit dem Fahrarme CF verbunden, sondern der ihn tragende Rahmen ist mit Führungsrollen hh versehen, die in einer horizontalen, zu CF parallelen Nut laufen. Während beim Umschreiben einer Figur mit dem Fahrstift des Apparates Fig. 1 die Laufrolle eine theils rollende theils gleitende Bewegung ausführt, macht der Cylinder D bei dem Apparate Fig. 2 eine bloss rotirende Bewegung. Wenn nämlich der Fahrstift F einen Kreisbogen um C beschreibt, wälzt sich der Cylinder D auf der Kugel nach seiner Längsrichtung, indem die Laufrollen h zu laufen beginnen.

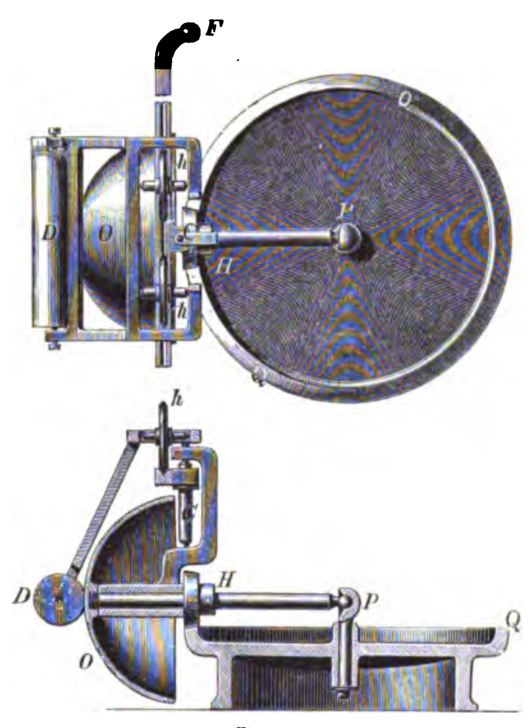


Fig. 2.

„Es ist dieses bis jetzt die einzige Construction eines Planimeters, welches bei genauer Ausführung auf die Bezeichnung „Präcisionsplanimeter“ Anspruch machen dürfte, da bei allen anderen Planimetern mit Laufrollen das erforderliche Gleiten derselben eine Fehlerquelle bildet, deren Wirkung von einem sachverständigen Mechaniker wohl sehr reducirt, aber nicht gänzlich beseitigt werden kann. — Bei dieser neuen Construction ist die erreichbare Genauigkeit eine unbegrenzte, weil nicht von einem physikalischen Hinderniss, sondern von der Sorgfalt des Mechanikers abhängige. Der Cylinder trägt am einen Ende Theilung oder Zeiger und ein Zählwerk irgend einer Art, um die Drehung abzulesen. Selbstverständlich kann die Leitlinie auch eine Gerade (bezw. Zahnstange) sein, in welchem Falle die Kugel auf einem Wagen montirt werden muss.“

In neuester Zeit verfertigt nun Mechaniker Coradi in Zürich Planimeter, welche den von Amsler aufgestellten Bedingungen entsprechen und bei denen daher nur rollende Bewegungen vorkommen. Verf. beschreibt dieselben an der oben citirten Stelle. Die neuen Planimeter werden in zwei Formen angefertigt, von denen sich die eine, Kugelrollplanimeter genannt, auf rechtwinklige Coordinaten bezieht, während die andere, das freischwebende Kugelpolarplanimeter, für die Flächenbestimmung Polarcoordinaten voraussetzt.

Die Construction des Kugelrollplanimeters knüpft an das Hohmann'sche Linearrollplanimeter *(diese Zeitschr. 1885, S. 251)* an. Das Instrument besteht aus einem Wagen, welcher mit zwei rauh gemachten cylindrischen Walzen von gleichem Durchmesser auf der Planunterlage aufruht. In dem Umfange der einen Walze sind Zähne eingeschnitten, in welche ein kleines an einer horizontalen Drehungsaxe angebrachtes Rädchen eingreift,

das zur Axe der beiden Walzen parallel und mit ihr in derselben Verticalebene liegt, während am anderen Ende der horizontalen Drehungsaxe ein aus hartem Metall hergestelltes, vernickeltes Kugelsegment sitzt, das genau centrisch zur Axe abgedreht und genau sphärisch geschliffen ist. In dem Wagen ist eine verticale Axe gelagert, um welche sich eine Hülse drehen lässt; in dieser lässt sich der an seinem einen Ende den Fahrstift tragende getheilte Fahrarm verschieben, mittels einer Mikrometerschraube und eines Nonius auf eine beliebige Ablesung einstellen und festklemmen; ausserdem ist mit der erwähnten Hülse ein Rahmen verbunden, welcher die zum Fahrarm parallele Drehungsaxe für die cylindrische Mess- oder Integrirrolle trägt. Letztere, aus vernickeltem Stahl, wird durch eine Feder an die Kugelfläche angedrückt und ist mit einer an ihrem Umfange eingetheilten Rolle aus weissem Celluloid in Verbindung, an der mit Benutzung eines Nonius die Unterabtheilungen der Umdrehungen bis auf Tausendtel ermittelt werden können, während die ganzen Umdrehungen an einer Zählscheibe abzulesen sind. Durch die Abwälzung der auf der Planunterlage laufenden Walzen ist eine Bewegung des ganzen Instrumentes in der zur Kugelaxe senkrechten Richtung bedingt; dadurch wird das Kugelsegment gedreht, und in Folge dessen wird auch der Cylinder in Rotation versetzt.

Die andere Form der neuen Planimeter, das freischwebende Kugelpolarplanimeter, besteht aus einer an ihrem Umfange mit feinen Zähnen versehenen (geriffelten) Polscheibe, welche in ihrem Mittelpunkte eine verticale, durch eine Kugel gebildete Axe trägt; um diese Axe kann sich ein Bügel drehen, an dessen unterem Theile eine horizontale Axe sich befindet, auf welcher einerseits ein kleines in die Riffelung der Polscheibe eingreifendes Rädchen, andererseits ein Kugelsegment sitzt. Ausserdem ist der Bügel der Träger für den Fahrarm, die cylindrische Messrolle und die Zählvorrichtung, welche letztere ganz dieselbe Einrichtung wie bei dem Kugelrollplanimeter zeigt.

Der Beschreibung eines jeden der beiden Planimeter lässt Verf. eine genaue und ausführliche Theorie derselben, sowie Genauigkeitsbestimmung folgen, auf welche hier jedoch nicht näher eingegangen werden kann. *W.*

Neuer Vorlesungsapparat zur Demonstration der Spiegelung und Brechung des Lichts.

Von Le Conte Stevens. *Americ. Journal of Science III.* **35.** *S. 332.*

Ein Halbcylinder von 5 *cm* Länge und 2,5 Radius aus gut polirtem Crownglas ist um seine horizontal liegende Axe drehbar aufgestellt. Die Drehungsaxe des Cylinders ist zugleich diejenige eines weissen Cartonkreises von 20 bis 30 *cm* Radius, bei welchem jeder Quadrant von 0° bis 90° graduirt ist. Ein Durchmesser verbindet, senkrecht zur Grundfläche des Halbcylinders stehend, die beiden Nullpunkte. Von dem horizontalen Spalt einer Laterne fällt ein schmales Strahlenbündel auf die Mitte des Glases und bildet auf dem Cartonrand einen Focus und zwar bei 0° Incidenz auch bei 0°. Die Fläche muss um ein Weniges schief gestellt sein, damit sich der Weg des Strahls deutlich abzeichne.

Wird nun der Halbcylinder um einen beliebigen Winkel gedreht, z. B. um 50°, so bewegt sich der Cartonrand mit ihr. Ein Theil des Strahls wird dann gespiegelt, ein anderer gebrochen und beide können deutlich gesehen und gemessen werden. Dreht man über 90° hinaus, so tritt die Totalreflexion ein, deren Grenzwinkel — auf dem Kreise ablesbar — bezeichnet wird durch das Wiedererscheinen des gebrochenen Strahls. Soll nur das Spiegelungsgesetz demonstrirt werden, so kann man den Halbcylinder durch einen kleinen Silberspiegel ersetzen. *Z.*

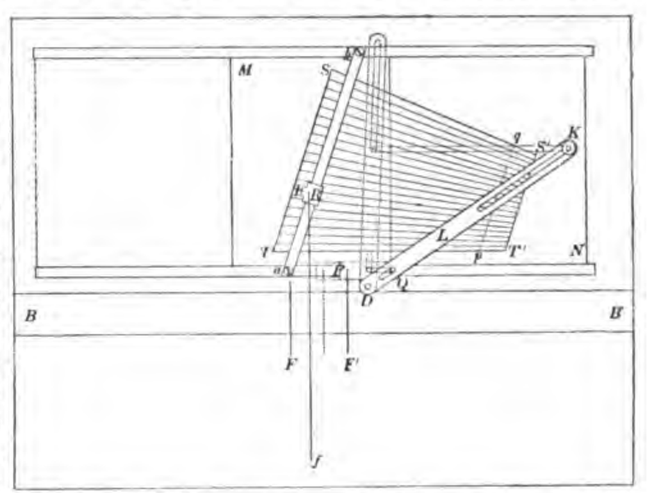
Verbesserter Streifen-Ableseapparat.

Von Dr. N. Herz. *Astronom. Nachrichten No. 2800.*

Der von St. Ressel, Mechaniker an der K. K. Sternwarte zu Wien nach dem System Sterneck-Herz ausgeführte Streifen-Ableseapparat soll dem Astronomen ein bequemes, rasches und sicheres Ablesen der Beobachtungsmarken auf dem Registrirstreifen ermöglichen.

… gur schematisch dargestellte Apparat besteht aus einer … in die vertiefte Rinne BB' der Streifen so gelegt wird, … ester Metallfaden F mit dem Anfangspunkt eines Zweisecun-…

… paralleler Metallfaden F' sitzt an einem auf einer Führungsleiste … baren Schlitten PQ und wird durch Drehung einer geschlitzten … punkt D mit dem Endpunkte des Zweisecundenintervalles zur … Durch diese … mittels des … gleich eine in … ale Skalenplatte … der Richtung BB' … Die Skale $STT'S'$ … nvergirender Linien … richtet, dass die Pro-… durch den Index I … einer festen Leiste ab … Schiebers R gelegten … len zu ST' auf die Ver-… ungsrichtung (BB') gleich … gehörigen Gesammtlänge des … eisecundenintervalles (FF') ist. Mit dem Schieber R ist ein Metall-…aden f, der parallel zu F und F' liegt, verbunden und dieser wird durch Verschiebung von R auf ab mit der Marke des Registrirapparates, deren Lage in Theilen des Zwei-…secundenintervalls (FF') bestimmt werden soll, zur Coincidenz gebracht. Da die Strecke TS in 20 Theile getheilt ist und die convergirenden Strahlen der Skale durch die Theilpunkte geführt sind, so kann man durch Schätzung der Stellung des Index I auf ein Zehntel eines Skalenintervalles die Lage der Registrirmarke innerhalb des Zweisecundenintervalls auf 0,01 Sec. bestimmen. In der Zeichnung ist die Skale sowie der den Faden F' tragende Schieber PQ in der äussersten Stellung nach rechts d. h. für die Maximalgrösse des Zweisecundenintervalls (Abstand FF') dargestellt und durch punktirte Linien die Endlage der Skale, der Leiste L und des Schiebers PQ mit dem Faden F', entsprechend der Minimalgrösse des Zweisecundenintervalls angedeutet. In dieser Lage läuft bei der Verschiebung des Schiebers R der Index I auf der punktirt angedeuteten Linie pq, deren Projection auf die Bewegungsrichtung ebenfalls der Minimalgrösse des Zweisecundenintervalles gleich ist. Die Fäden sind über Metallbügel gespannt, welche sich unterhalb der Bahn für den Streifen bewegen. Dieselben sind in der schematischen Figur fortgelassen.



Kn.

Einfache Methode zur Erzielung gleichgerichteter, galvanometrisch messbarer Inductionsströme.

Von Prof. R. Lewandowski. *Zeitschrift f. Therapie. 1888. No. 2.*

Verf. erörtert die bisherigen Versuche, die Intensität inducirter Ströme in allgemein verständlicher Weise messen zu können, sowie die Uebelstände des ursprünglichen Dubois-Reymond'schen Schlittenapparates, der erstens Wechselströme, zweitens Schliessungs- und Oeffnungsströme der Secundärspirale von verschiedenem zeitlichen Verlauf und wechselnder Intensität liefert, was auch durch die Helmholtz'sche Vorrichtung nicht ganz beseitigt wird, wogegen bei Benutzung derselben die Ströme der Secundärspirale bedeutend an Intensität verlieren.

Die neue Methode des Verf. beruht auf der Verwendung des Wagner'schen Hammers als Disjunctor. Unter dem Ende des Hebels des Wagner'schen Hammers oder über

das zur Axe der beiden Walzen parallel und mit ih…
während am anderen Ende der horizontalen Dreh…
gestelltes, vernickeltes Kugelsegment sitzt, das ge…
genau sphärisch geschliffen ist. In dem Wagen ist …
sich eine Hülse drehen lässt; in dieser lässt sich …
stift tragende getheilte Fahrarm verschieben, mit …
Nonius auf eine beliebige Ablesung einstellen …
erwähnten Hülse ein Rahmen verbunden, welch…
axe für die cylindrische Mess- oder Integrir…
wird durch eine Feder an die Kugelfläche …
fange eingetheilten Rolle aus weissem Cellu…
eines Nonius die Unterabtheilungen der Umd…
können, während die ganzen Umdrehungen …
die Abwälzung der auf der Planunterlage …
Instrumentes in der zur Kugelaxe senkrec…
segment gedreht, und in Folge dessen …

Die andere Form der neuen Pla…
meter, besteht aus einer an ihrem …
Polscheibe, welche in ihrem Mittelpu…
trägt; um diese Axe kann sich ein …
zontale Axe sich befindet, auf wel…
scheibe eingreifendes Rädchen, an…
Bügel der Träger für den Fahrar…
welche letztere ganz dieselbe Ein…

Der Beschreibung eines …
ausführliche Theorie derselben …
jedoch nicht näher eingegange…

Neuer Vorlesungsapparat zu…

Von Le Conte St…

Ein Halbcylinder …
ist um seine horizontal li…
ist zugleich diejenige ein…
jeder Quadrant von 0° …
Grundfläche des Halb…
Spalt einer Laterne fä…
auf dem Cartonrand …
muss um ein Weniges …

Wird nun d…
so bewegt sich der …
anderer gebrochen …
über 90° hinaus. …
ablesbar — bezo…
nur das Spiegel…
kleinen Silbers…

Der …
System St…
quemes, ra…
ermögliche…

… ist ein
… angebracht.
… zum Ständer
… geführt. Di…
… gleichen
… Brücke und
… Öffnungsströme
… Sollen nur
… nicht in die
… eine Pol-
… Hammers
… selben mit
… richtung er-
… disjungirte)
… Extraströme
… jeder beliebige
… klemme für gleich-
… meter benutzt Verf.

B.

… Mathematik und Physik
… Band. Die ebene Bewe-

… Aufmerksamkeit unserer Leser
… der Bewegungserscheinungen.
… Leserkreisen auch der prak-
… der Gesetze zu verschaffen, nach
… Bewegungsformen die allgemeinen Be-
… welche Führung eines Elementes,
… oder die Axe eines Instrumentes,
… andererseits, bis zu welchem Grade
… Bahn zu nähern im Stande ist. Aus diesen
… am Platze erscheinen. — Das ganze Werk
… erschienene ebene, und in die räumliche

… grundlegende Beziehungen der Bewegungen“ den
… Zusammensetzung und Zerlegung von Geschwindig-
… starren materiellen Ebene, eines starren „ebenen
… in jedem Augenblicke die Geschwindigkeit eines
… d. h. die Bewegung kann in diesem Augenblicke
… kleine Drehung um diesen Pol. Mit der Bestim-
… die Bahnnormale und auch die zu ihr senkrechte Ge-
… während die Geschwindigkeit selbst dem Abstande des
… proportional ist. Diese Geschwindigkeit (als Länge) trägt der
… Vorgang vielfach als „lothrechte Geschwindigkeit“ auf der
… Systempunkt den Endpunkt seiner lothrechten Geschwin-
… dem Systempunkt … Punktsysteme für den Pol als Aehnlichkeitscen-
… Aehnlichkeit dieser Punktsysteme … Reihe eleganter Constructionen für
… Nachweise fliesst dann eine grosse … des Pols führt dann weiter zu dem
… Normalen der Bahnen. Die Auffindung …

Fundamentalsatz, dass jede Bewegung durch das Rollen einer Curve des bewegten Systemes, der Polcurve, auf einer anderen des festen, der Polbahn, erzeugt werden kann. Beide Curven werden mit dem gemeinschaftlichen Namen Rollcurven belegt, weil ein principieller Unterschied überhaupt nicht existirt, da nur Aenderung der relativen Lage der Systeme als Bewegung wahrnehmbar, und es daher für den geometrischen Theil gleichgiltig ist, welche Ebene als fest gedacht wird. Eine Unterscheidung ist aber zuweilen aus ähnlichen Gründen, wie den für die Unterscheidung von Kraft und Last, Multiplicand und Multiplicator sprechenden zu empfehlen. Die wichtige Aufgabe der Bestimmung der Rollcurven wird für viele Bewegungsarten, namentlich für diejenige, welche durch Gleiten zweier Curven des bewegten Systems auf zwei andern festen Curven entsteht, gelöst. Die zum Theil neuen und eleganten Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Krümmung der Bahnen. Im Artikel 50 ist dem Verfasser übrigens ein Irrthum passirt, indem er ein Grübler'sches Resultat in unstatthafter Weise verallgemeinert. Hierauf machte F. Buka in einer Note „Zu der Grübler'schen Bestimmung der Krümmungsmittelpunkte der Polbahnen eines ebenen Systems", *Schlömilch's Zeitschr. für Mathematik und Physik.* ***33.*** *S. 11*, aufmerksam.

Im zweiten Abschnitte werden, gestützt auf die gefundenen Gesetze, die cyclischen Curven (Cycloiden, Evolventen des Kreises) mit der ihrer Bedeutung für Zahnräder u. s. w. entsprechenden Ausführlichkeit behandelt. Auf Grund der Bellermann'schen doppelten Erzeugungsweise der Cycloiden wird nach Chr. Wiener's Bemerkung der Widerspruch in der Benennung „verlängerte" und „verkürzte" Hypocycloide oder Epicycloide verbannt.

Die gegebenen Lehren kommen sofort in den beiden folgenden Capiteln „Die Verzahnung der Stirnräder" und „Die Kapselräderwerke" zur Anwendung. Letztere werden in solche mit stetigem und solche mit unstetigem Eingriffe unterschieden. Die wichtigsten Arten — im Ganzen zwölf — dieser Räder werden einzeln vorgeführt und sorgfältig untersucht.

Die allgemeine Theorie der zwangläufigen Bewegung wird durch Erörterungen über die gegenseitige Stützung starrer Gebilde angebahnt. Diesen Gebilden wird hierbei die Eigenschaft der Undurchdringlichkeit, d. h. der absoluten Widerstandsfähigkeit gegen das Eindringen anderer beigelegt. Da diese Eigenschaft den Materialien nur im beschränkten Maasse zukommt, so dürften ergänzende physikalische Ueberlegungen bezüglich der Giltigkeit jener Voraussetzung bei der Anwendung mancher Resultate unentbehrlich sein. Wir versuchen die nun folgende synthetische Entwickelung des Begriffs eines Mechanismus kurz zu skizziren.

Gleitet das conplan bewegte Gebilde an zwei Stützcurven und wird die von der Grenzcurve des bewegten Gebildes im festen erzeugte Hüllbahncurve als dritte Stützcurve hinzugenommen, so schneiden sich die in den drei augenblicklichen Berührungspunkten construirten Normalen im Momentanpol, um den also eine Drehung möglich ist. Sind nun hierdurch die Rollcurven völlig bestimmt, wofür die Kriterien angegeben werden, so heisst die Bewegung zwangläufig. Behufs Realisirung dieser Anordnung hat man jede Curve als Basiscurve einer cylindrischen Platte zu denken. Die Gesammtheit aller Oberflächentheile des einen Körpers, die während der ganzen Bewegung mit einem andern Körper in Berührung kommt, heisst ein kinematisches Element; und die zwei zusammengehörigen Elemente dieser beiden Körper bilden ein Elementenpaar. Sind zwei Körper, die dann auch Glieder genannt werden, durch Stützung zwangläufig gegeneinander beweglich, so wird das betreffende Elementenpaar ein zwangläufiges genannt und die beiden Glieder heissen ein Gliederpaar. Werden Glieder durch Elementenpaare beweglich verbunden, so entsteht ein Mechanismus, der zwangläufig genannt wird (die Reuleaux'sche kinematische Kette), wenn es die gegenseitige Bewegung aller Glieder ist. Ein Mechanismus, bei welchem ein Glied festgestellt wird, heisst ein Getriebe. Jeder bewegte Punkt eines Getriebes wird demnach gezwungen, eine ganz bestimmte Bahn zu beschreiben. Ein Mechanismus lässt sich hiermit jedenfalls auf so viel verschiedene

Weisen zum Getriebe machen, als er Glieder besitzt. Aber es können nach Auswahl des festzustellenden Gliedes noch Unterschiede auftreten, je nachdem die wirkende Kraft an dem einen oder andern bewegten Gliede angreift, worauf Grashof[1]) zuerst aufmerksam machte. Das gewöhnliche Schubkurbelgetriebe besitzt z. B. im Falle des Angriffs vom Schieber aus zwei Todlagen, im Falle des Angriffs von der Kurbel her keine solchen. Wesentlich verschieden sind also die Glieder, je nachdem ihre Geschwindigkeiten während einer Periode der Bewegung Null werden müssen oder nicht. Im Laufe der Entwicklung wird bei einzelnen Getrieben auch auf diese Unterschiede Rücksicht genommen, aber eine bestimmte Hervorhebung derselben gelegentlich der Herstellung allgemeiner theoretischer Grundlagen erscheint doch wünschenswerth.

Aus den soeben definirten Elementen werden dann alle untersuchten Mechanismen in systematischer Weise aufgebaut und nach ihren gemeinsamen geometrischen Eigenschaften in Gruppen eingetheilt. Dieses Eintheilungsprincip ist charakteristisch für die ganze Anlage des Buchs, es hat zur Folge, dass häufig Mechanismen neben einander abgehandelt werden, die in ihren Anwendungen nichts mit einander gemein haben.

Aus dem viergliedrigen Kurbelmechanismus (Gelenkviereck), der seiner Wichtigkeit wegen mit grosser Ausführlichkeit behandelt ist, werden die vielen speciellen Mechanismen vermittels Ersetzung der betreffenden Drehpaarungen durch Richtpaarungen, d. h. Drehungen um unendlich ferne Punkte, in exacter Weise abgeleitet. Die Mechanismen mit Curvenführung, sowie die unrunden Räder haben eine bessere geometrische Durchbildung gegenüber den bisherigen Behandlungen erfahren. — Nun folgt die Besprechung der Mechanismen mit Bandbetrieb und damit werden nicht starre Körper herangezogen. Hier ist unserer Ansicht nach eine Lücke im System des Verfassers. Der Begriff des kinematischen Elements verlangt eine Erweiterung; Zug- und Druck-Kraftorgane (diese Worte im Reuleaux'schen Sinne verstanden, vergl. dessen *Kinematik, S. 165,* auch Grashof *a. a. O., S. 91*) sollten nach ihrer Wirkungsweise entweder besonders definirt werden, oder es bliebe allgemein zu beweisen, dass eine Ersetzung dieser Organe durch starre Körper denkbar sei.

Interessant ist die Bestimmung der Rollendurchmesser bei nicht gekreuzten Riemen unter der Forderung constanter Riemenspannung und constantem Axenabstand, aber eines variabeln Uebersetzungsverhältnisses. Bei gekreuzten Riemen ist bekanntlich dann die Summe der Rollendurchmesser constant, im andern Falle erreicht der Verfasser S. 396 eine sehr einfache Construction mittels eines Scheibendiagrammes. Damit ist auch die Construction der Meridiane von Conen geleistet.

Den Schluss der bis jetzt behandelten einfachen Mechanismen bilden die Sperr- und Schalt-Werke, unter ihnen die Hemmungen der Uhren.

Befinden sich unter den Gliedern eines ebenen Mechanismus solche, die mit mehr als zwei Gliedern durch Paarungen vereinigt sind, so wird derselbe ein zusammengesetzter Mechanismus genannt. Die Theorie wird mit allgemeinen Betrachtungen über die Bildung solcher Mechanismen eingeleitet, namentlich werden Beziehungen zwischen Anzahlen der Glieder und derjenigen der Gelenke ermittelt. Es ist nämlich keineswegs einfach, bei einigermaassen complicirten Gelenkverbindungen mit Sicherheit die Zwangläufigkeit festzustellen. Im Allgemeinen sind die Zahlen des Verfassers giltig, es können aber besondere Fälle eintreten, in denen nicht (wie S. 425 oben behauptet wird) durch Hinzufügen eines weiteren Gliedes die Kette starr, sondern von unendlich kleiner Verschiebbarkeit wird[2]). Andererseits sagt Henneberg[3]), ohne ein Beispiel dafür anzuführen, dass eine Kette unter Umständen starr (kinematisch bestimmt) sein könne, trotzdem sie weniger als die im Allge-

[1]) *Theoretische Maschinenlehre. Bd. II. S. 7.* Hier wird als Mechanismus die kinematische Kette, von der ein Glied festgestellt ist, bezeichnet und dann bleibt das Wort „Getriebe" noch zur Hervorhebung von Unterschieden, nach weiterer Auswahl des antreibenden Gliedes reservirt. Es ist nicht recht erfindlich, weshalb der Verf. diese präcise Unterscheidung nicht adoptirt hat. — [2]) Vergl. Müller-Breslau: Beitrag zur Theorie des ebenen Fachwerks. Schweizerische Bauzeitung. *9.* S. 121 und *10.* S. 129. — [3]) S. dessen technische Mechanik S. 210.

…itze. Dies ist sicher dann der Fall, wenn …gen Getriebes angreift, welches sich in einer …lichkeiten giebt? Vorstehende Angaben mögen …in verschiedenen Artikeln begründete Theorie

…die Besprechung der wichtigsten Gelenkmechanis-…ber und Dreispannmechanismus bezeichnet werden. Unterarten durch Ersetzung einer Anzahl von Dreh-…gen. Immer wird zuerst am Schema für den allge-…is die Bestimmung der Polbahnen, der Geschwindig-…nur so ist es auch möglich, die herrschenden Gesetze …uftretenden, dem jedesmaligen Zweck entsprechenden …u erkennen. Mit den Räderwerken, den räderlenkigen …Zahnrädern mit Gelenkmechanismen) und den zusammen-…lbetrieb schliesst der Abschnitt. Gewürdigt zu werden …tische Bestimmung von Näherungswerthen der Zahnzahlen …rhältnisse unter Zugrundelegung der Brocot'schen Methode. …Abschnitt werden die (durch Menschenhand) geführten Me-…noch nicht zwangläufig sind, und die übergeschlossenen Me-…Beispiele der erstern seien Pantograph oder Storchschnabel, …stische Bildwerke; der letzteren die Roberval'sche Tafelwaage …Ruderrad genannt. Bei einer neuen Auflage wird der Verfasser die …en Apparate von Ritter und Hauck nicht unerwähnt lassen dürfen. …hnitt „Mechanismen für angenäherte Geradführung“, zum grössten …thum des Verfassers, ist in jeder Hinsicht eine Musterleistung und …ch allein einen principiellen Fortschritt durch Erzielung der denkbar … Es sei dies um so mehr hervorgehoben, als die nicht einfachen …ersuchungen eine nähere Auseinandersetzung hier nicht gestatten. Die …on der Form: Gegeben eine Reihe von Punkten (höchstens 6) in ge-…cht die Gelenkaxen eines Stabmechanismus, welcher einen Punkt der-…unkte führt, dass auch in den Zwischenlagen die Bahn nicht …n der gegebenen Geraden abweicht. Wie vollkommen die Führung …igt am Besten ein Blick auf Taf. XLII. Im zehnten Abschnitt sind die Schiebersteuerungen als wichtige Beispiele der Behandlung durch die kine-…trische Methode vorgeführt.

…beiden letzten Abschnitte „Die Lehre von der Beschleunigung und ihre An-…f die Mechanismen“ und „Die Bewegung gesetzmässig veränderlicher Systeme“ …ntlich mathematischer Natur. Im letzten Abschnitt betritt der Verfasser mit …n bis jetzt erst wenig bebautes Feld. Ein Körper behalte z. B. während der sonst …n Bewegung seine Gestalt bei, verändere sich aber der Grösse nach (Ausdehnung …s Passirens wärmerer Schichten); Verf. untersucht dann die neuen Bewegungsgesetze. Um keine Unterlassungssünde zu begehen, machen wir noch auf ein vollständiges …ichniss der Literatur und die sorgfältig ausgeführten Zeichnungen aufmerksam, wie …gleich den früheren Werken des Verfassers auch das vorliegende zieren.

Hannover. *C. Rodenberg.*

Zusatz der Redaction. Ueber das vorstehend besprochene Werk sind bereits zwei andere Recensionen erschienen, welche zwar auch gewisse Vorzüge desselben anerkennen, aber andererseits auf nicht zu verschweigende Mängel sowohl in den einzelnen Resultaten als auch in der vom Verfasser aufgestellten Systematik hinweisen. Da die Kinematik eine noch im Werden befindliche Wissenschaft und überdies für die Instrumentenkunde von hohem Interesse ist, erscheint es am Platze, die abweichenden Meinungen einander gegenüber zustellen.

In der *Zeitschr. f. math. u. naturw. Unterricht 1888. S. 103* bespricht Dr. F. Buka

das Burmester'sche Werk. Er bemängelt zunächst die Anordnungen des dargebotenen Stoffes, bezüglich welcher er sagt: „Reine und angewandte Kinematik mussten in zwei gesonderten und gesondert käuflichen Theilen behandelt werden, von denen der erste mit Vortheil einzelne Anwendungen auf einfache praktische Probleme als Uebungsbeispiele zu enthalten hätte."

Nachdem der Recensent gezeigt hat, dass die rein geometrischen Abhandlungen über die verschiedensten Kapitel zerstreut sind — was ohne Weiteres das Fehlerhafte in der Systematik erkennen lasse — wendet er sich nun diesem Theile zu.

Die Art und Weise, wie der Verfasser die Betrachtung unendlich nahe benachbarter Lagen des bewegten Systems vornimmt, giebt zunächst dem Recensenten zu schweren Bedenken Anlass. Weiter vermisst der Recensent ein systematisches Vorgehen in der Betrachtung unendlich benachbarter Lagen eines ebenen Systems. Um sein Urtheil zu begründen, führt er die Ableitung des Pols aus zwei unendlich benachbarten Lagen mit Hülfe der Mittelsenkrechten der Bogenelemente zweier Punktbahnen unter Uebergang zur Grenze vor. Es wird zwar nicht bemängelt, dass Burmester von drei unendlich benachbarten Lagen ausgeht (wozu aber kein Grund vorliegt), jedoch dass der Uebergang zur Grenze nicht gemacht wird. Hierdurch entsteht eine Verwirrung hinsichtlich der Krümmungsmittelpunkte, welche hauptsächlich darin ihren Ausdruck erlangt, dass Burmester nach dem Vorgange Grübler's die Krümmungsmittelpunkte der Polbahnen zweier gegen einander beweglichen Systeme aus zwei Paaren entsprechender Krümmungsmittelpunkte zu bestimmen sucht, was nach dem vom Recensenten geführten Nachweise im Allgemeinen gar nicht möglich ist.

Der Verwendung der Roberval'schen Methode, vermittels Geschwindigkeiten Tangenten zu bestimmen, sowie der Benutzung des Schadwill'schen Kunstgriffes die sämmtlichen Geschwindigkeiten um 90° nach einer Richtung so zu drehen, dass sie in die Richtung der Normalen fallen, wird die Anerkennung nicht versagt. Hingegen wird dem Buche mit Recht zum Vorwurfe gemacht, dass es trotz der grossen Anzahl schöner und instructiver Beispiele nicht ein einziges enthält, auf welches die gesammte geometrische Theorie der Bewegung starrer ebener Systeme im Zusammenhange angewandt wird.

In Bezug auf die Behandlungsweise der cyklischen Kurven findet der Recensent, dass auf die sehr lesenswerthe Abhandlung von Rittershaus in den *Berliner Verhandlungen 1874, Jahrg. 53*, welcher sich die Burmester'sche Behandlungsweise zum Theil eng anschliesse, nicht genügend hingewiesen sei.

Trotz aller dieser Bedenken entzieht Buka dem Werke zum Schluss seine Anerkennung nicht. — Eine theilweise Berichtigung der Buka'schen Ausführungen giebt Burmester in *Schlömilch's Zeitschr. f. Math. u. Phys.* **33.** *S. 117.*

Eine weitere ausführliche Besprechung des in Rede stehenden Buches, herrührend vom Regierungs-Baumeister und Privat-Docenten W. Hartmann, befindet sich in der *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1888 S. 212.* Die Besprechung bezieht sich nur auf die I. und II. Lieferung, so dass noch eine weitere Recension zu erwarten steht.

Dem Verfasser wird hier zunächst zum Vorwurf gemacht, dass er es unterlassen hat, sowohl eine Definition des Begriffs „Kinematik" zu geben, als auch das Gebiet dieser Wissenschaft genau zu begrenzen. Es scheine, als ob nach Burmester's Ansicht die eigentliche Maschinengetriebelehre nur Beispiele zu einer mehr oder weniger eleganten geometrischen Theorie der Bewegungen enthalten solle.

Auch dem Urtheil, welches der Verfasser über die *Theoretische Kinematik* Reuleaux', dem grundlegenden Werke für die ganze moderne Kinematik, abgiebt, wird entgegengetreten und nachgewiesen, dass sich der Verfasser in der Wiedergabe der Darlegungen Reuleaux' mehrere Unrichtigkeiten zu Schulden kommen lässt.

Der Recensent tritt alsdann zunächst in eine Besprechung der ersteren grösseren Abtheilung des Werkes, welche sich mit der geometrischen Bewegungslehre, der nach Aronhold's Vorschlage sogenannten kinematischen Geometrie, befasst, ein. Im Grossen und Ganzen werden gewisse Vorzüge der Burmester'schen Darstellung anerkannt; bemängelt

wird jedoch, dass sich der Verfasser zum Zweck der Unterscheidung der vollständig bedeutungsgleichen Polbahnen der Terminologie Aronhold's angeschlossen hat und diese Curven als Polbahn und Polcurve unterschieden wissen will.

Auch weist der Recensent darauf hin, dass nicht Chasles zuerst das Princip von der Umkehrung der Bewegung in seiner fundamentalen Bedeutung erkannt habe, wie der Verf. behauptet, sondern Reuleaux, welcher dasselbe zuerst klar und bestimmt ausgesprochen und gleichzeitig auf die sich daraus ergebende Pluralität in den Bewegungserscheinungen einer kinematischen Kette hingewiesen habe.

Nachdem der Recensent ferner nachgewiesen hat, dass der vom Verf. auf S. 219 seines Werkes gegebene Satz über die Satzräder mit Evolventenverzahnung in der allgemeinen Fassung nicht zur Construction von Satzrädern benutzt werden darf, hebt er besonders hervor, dass die von Burmester später erwähnten Schildräder nicht von Zonca (d. h. aus dem Jahre 1607) stammen, wie es nach Burmester den Anschein hat, sondern, dass diese Schildräder ein Produkt der Neuzeit sind und von Reuleaux herrühren.

In Bezug auf denjenigen Theil des Burmesterschen Buches, welcher die eigentliche Maschinengetriebelehre enthält, d. h. dasjenige Gebiet behandelt, welches nach Reuleaux' grundlegenden Arbeiten und jetzt auch nach der Auffassungsweise der Mehrzahl der Ingenieure als eigentliche Kinematik bezeichnet werden muss, erhebt der Recensent schwere Bedenken gegen die in diesem Abschnitte beliebte Systematik.

Auch die von Burmester in bewusstem Gegensatz gegen Reuleaux gegebene Erklärung des Mechanismus weist der Recensent als unrichtig zurück, indem er erläuternd ausführt, dass Burmester trotz seines gegentheiligen Ausspruches den weitgehendsten Gebrauch von der Reuleaux'schen kinematischen Kette macht.

Es wird ferner angegeben, dass die Curvenschubgetriebe, unter denen der Parallelcurvenschub gänzlich unvertreten ist, sowie die Gesperrwerke nicht eingehend genug behandelt worden sind. Auch die Erörterung der zusammengesetzten Mechanismen gaben dem Recensenten zu schwerwiegenden Bedenken Veranlassung.

Von der theoretischen Begründung der Brocot'schen Methode der Berechnung der Räderübersetzungen, welche Burmester für sich in Anspruch nimmt, weist der Recensent nach, dass dieselbe in vollständig gleicher Form bereits vor längeren Jahren von Reuleaux angegeben und von dem *Verein Hütte* auf directe Veranlassung Reuleaux' im Jahre 1879 veröffentlicht worden ist.

Auf eine dritte Recension über das Burmester'sche Werk, von Tessari in *Il Politecnico 1887 S. 341*, sowie auf einige Bemerkungen über dasselbe von Wittenbauer in der *Zeitschr. d. oesterr. Ingenieur.-Ver., 1888, No. 26*, hat Herr Prof. Rodenberg die Redaktion aufmerksam zu machen die Güte gehabt. Nach gefälliger Mittheilung desselben sprechen sich beide Recensionen, die der Redaktion leider nicht zugegangen sind, rückhaltslos anerkennend über das Burmester'sche Werk aus.

B. Weinstein. Handbuch der physikalischen Maassbestimmungen. Zweiter Band: Einheiten und Dimensionen. Messungen für Längen, Massen, Volumina und Dichtigkeiten. Berlin. Julius Springer. M. 14,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

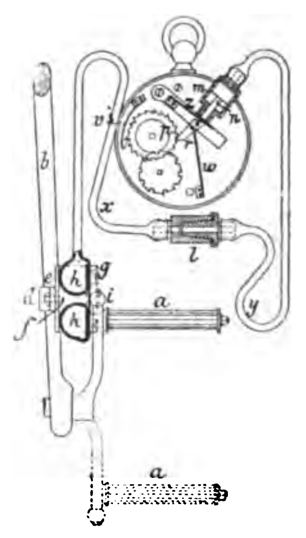
Hörbarer Siedepunktsanzeiger. Von J. Palaček in Frankfurt a. M. No. 42779 vom 27. Mai 1887.

Dieser Siedepunktsanzeiger für Flüssigkeiten und Speisen besteht aus einem Wasserrohr, in welchem ein Luftrohr steht, und einem Aufsatzrohr, welches am oberen Ende ein Läutewerk trägt und mit einem zum Auf- und Niederschieben eines Zeigers dienenden länglichen Einschnitt versehen ist, neben dem sich die Skale der Wärmegrade befindet. Die im Wasserrohre entwickelte Wärme dehnt gleichzeitig die im Luftrohre eingeschlossene Luft aus und hebt das Luftrohr im Innern

des Aufsatzrohres von Grad zu Grad so hoch, bis es an den an der Auslösungsstange für das Läutewerk auf den gewünschten Grad an der Skale des Aufsatzrohres eingestellten Zeigerarm anstösst und das Läutewerk dadurch in Bewegung setzt.

Zeigerwaage mit elektrisch bethätigtem Zeigerwerk. Von M. R. Marelle in Paris. No. 43023 vom 11. November 1886.

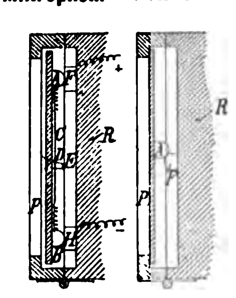
Zu beiden Seiten einer im Centrum des Zifferblattes und zwar hinter dem letzteren gelagerten Welle *M*, welche durch die Wägeoperation in Drehung versetzt wird, sind zwei Elektromagnete *A B*, und zu beiden Seiten der Zeigeraxe *N*, welche durch die Wägeoperation nicht in Drehung versetzt wird, sind die zwei Elektromagnete *C D* angebracht. Letztere werden von den in Drehung versetzten Magneten *A*, *B* an- bezw. nachgezogen, wenn durch Einwerfen eines bestimmten Geldstückes ein Strom geschlossen wird, durch welchen die vier genannten Elektromagnete erregt werden.



Entfernungsmesser für Fahrräder. Von Frau K. Börner in Bühlau a. d. Elbe. No. 42783 vom 14. Juni 1887.

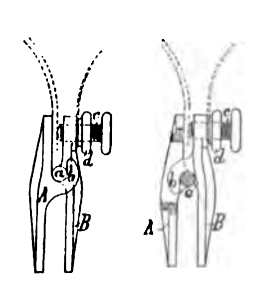
Für diesen Entfernungsmesser wird an der Fahrradgabel *b* durch eine Schelle *d* ein rechteckiges Flacheisen *e* befestigt, welches mittels eines Stiftes *f* einen ringförmig gestalteten Gummibeutel *h* trägt. Die Tretkurbel *a* des Fahrrades ist mit einer Rolle *i* ausgestattet, welch letztere bei ihrem Vorüberrollen die Feder *g* gegen die Gabel *b* hin drückt und dadurch die in dem zwischengelagerten Gummibeutel *h* befindliche Luft comprimirt. Der obere Theil von *h* ist durch eine Lufttransmission (Schläuche *x* und *y*) mit dem eigentlichen Zählwerk verbunden. Zum Zweck der leichten An- und Abstellung der Lufttransmission sind die Schlauchstücke *x* und *y* durch eine Kuppelung *l* verbunden. Das Zählwerk ist charakterisirt durch den mittels Luftdruckes aus einer Düse *m* zu treibenden Bolzen *n*, welcher den Antrieb eines Sperrkegels *r* nebst Sperrrad *p* bewirkt, während der Bolzen durch die Federn *v*, *w* und *z* wieder zurückgeschnellt wird.

Mikrophon. Von Richez & Co. in Brüssel. No. 42496 vom 26. Juni 1887.



Das Mikrophon besteht aus einer frei beweglichen Platte *P*, welche derartig angeordnet und geführt ist, dass die daran befestigten Kohlenstücke *A* und *B* die auf einem unbeweglichen Stützpunkt (Gehäuserahmen *R*) befestigten Kohlenstücke *F* und *H* berühren oder sich auf diese stützen. Im ersteren Falle erhält die Platte *P* ihre Führung durch zwei seitlich abstehende Zapfen *D*, mit denen sie auf der schiefen Ebene *E* ruht und somit das Bestreben hat, sich mit ihren Kohlenstücken *A B*, die durch einen Draht *C* mit einander leitend verbunden sind, gegen die Kohlenstücke *F* und *H* anzulegen, während sie im anderen Falle sich an der Innenwand des Gehäusedeckels führt und direct mit ihren Kohlenstücken *A B* auf den Kohlenstücken *F H* aufruht.

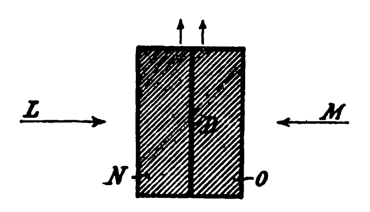
Verbindungsklemme für galvanische Elemente. Von R. Kändler in Dresden. No. 42551 vom 30. Juli 1887.



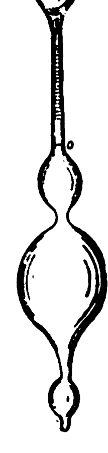
Ausser der Möglichkeit, die leitende Verbindung zwischen der Erregerplatte und dem Leitungsdraht durch eine einzige Schraube herzustellen, gestattet die Construction dieser Klemme auch eine leichte und bequeme Reinigung derselben von sich ablagernden Zersetzungsproducten. Die Klemme besteht aus zwei Klemmbacken *A* und *B*, deren eine zwei vorspringende Haken *b* trägt, in welche sich die seitlichen Zapfen *a* der anderen Backe einlegen; die eine Backe kann auch einen einzigen Haken *b* tragen, welcher durch eine Aussparung in der anderen Backe hindurchgreift und sich auf einen Querzapfen *a* auflegt. Durch Anziehen der Schraube *c* wird gleichzeitig die Erregerplatte zwischen den Enden der Backen *A* und *B* und der Leitungsdraht zwischen Schraube und Backe *A* festgeklemmt. Letzterer kann auch durch eine besondere Mutter *d* befestigt werden.

Vergleichskörper für Lichtmessungen. Von S. Elster in Berlin. No. 42960. Vom 28. August 1887.

Dieser Vergleichskörper ist zusammengesetzt aus zwei parallelepipedischen Stücken eines homogenen durchscheinenden Materials, wie Wachs, Stearin, Paraffin u. s. w., welches die Eigenschaft hat, auffallendes Licht in seinem Innern allseitig zu verbreiten. Zwischen die breiten Flächen der beiden Stücke ist ein undurchsichtiges spiegelndes Metallblatt *D* eingelegt. Die Lichtquellen *L* und *M* werfen ihr Licht auf die breiten Seiten der Hälften *N* und *O* des Blockes und erhellen je nach ihren Lichtstärken die Hälften verschieden. Der Beobachter sieht senkrecht zur Richtung der Lichtstrahlen auf die neben einander stehenden schmalen Seiten der Stücke. Letztere zeigen nur dann gleiche Helligkeit, wenn die Breitseiten gleiche Beleuchtung haben.



Milchwaage. Von A. L. Rousse in Fontenay-le Comte, Frankreich. No. 42964 vom 14. October 1887.



Um sich dieser Milchwaage zu bedienen, nimmt man ein Gefäss von ungefähr 1 *l* Inhalt, füllt dieses mit destillirtem Wasser und bringt das Instrument hinein, nachdem vorher in dessen Ballon *E* 5 *ccm* der Milch gebracht worden, die man wägen will, und taucht es bis zum Theilstrich 50 ein. In das Gefäss ist ausserdem behufs Feststellung der Temperatur des Wassers ein Thermometer einzuhängen. Wenn das Instrument in Ruhe ist, liest man die Angaben desselben an der am Halse angebrachten Skale, sowie diejenigen des Thermometers ab. Dieselben geben die Dichtigkeit der Milch bei der während des Versuches herrschenden Temperatur an.

Registrirapparat. Von H. J. Haddan in London. No. 43082 vom 10. August 1887.

Die am Umfang erfasste und in Drehung gebrachte Scheibe *B*, welche auf Zapfen *Z* rotirt, überträgt ihre Bewegung auf die verjüngt übereinander angeordneten, mit Schlitzen *K* versehenen Zählscheiben *C D* ... *H*, mit Hilfe der an der Unterseite jeder Zählscheibe befestigten Feder *M*, deren Zapfen *L* durch eine Bohrung der zugehörigen Scheibe hindurchtritt und in einen Schlitz *K* der höherliegenden Scheibe fasst. Diese wird mitgenommen, sobald die Feder *M* durch den Vorsprung einer Zwischenscheibe *P*, welche auf dem Bolzen *Z* fest gelagert ist, gehoben wird. Zur Rückführung der vorgenannten Zählscheiben in die Nullstellung dienen Zapfen *S*, welche durch den Arm *T* erfasst werden können, sobald die Hülse *U* auf die Feder *V* niedergepresst wird.

Stell- und aufhängbare Sternkarte mit Tellurium. Von R. F. Schmidt in Leipzig. No. 42947 vom 7. September 1887.

Vor einer senkrecht stehenden Sternkarte lässt sich vermöge einer auf der Rückseite derselben befindlichen Kurbel ein Globus in einem Kreis bewegen. Da derselbe von dem Kurbelhebel im Gleichgewicht erhalten wird, so verharrt er an jeder Stelle seiner Bahn in Ruhe, sobald die Drehung unterbrochen wird. Der Globus ist auf einem Stift drehbar aufgesteckt, welcher senkrecht zum Tragarm und zur Bahnebene steht. Dieser Stift geht, jedoch dem Auge verborgen, vom südlichen Polarkreis durch den Kugelmittelpunkt zum nördlichen Polarkreis, ohne hier die Kugel zu durchbrechen, und so empfängt das Auge den Eindruck, als habe die Erdaxe die bekannte Neigung von $66^1/_2°$ zur Erdbahnebene. Der Schwerpunkt der Kugel liegt unter jener Pseudoaxe, so dass die Erdaxe auf ihrem Umlauf um die Sonne sich stets parallel bleibt, also einen (schiefen) Cylindermantel beschreibt, dem die Erdbahn als Leitlinie dient. Der Globus ist endlich von einer die Nachtseite der Erde darstellenden tiefschwarzen Halbkugel so überdeckt, dass er seine Drehung ungehindert ausführen kann.

Glashahnverschluss für Büretten und chemische Apparate. Von C. Gerhardt in Bonn. No. 43090 vom 11. October 1887.

Dieser Glashahnverschluss besteht aus zwei Röhren, welche quer zur Rohrrichtung mit auf einander geschliffenen und mit je einer Oeffnung versehenen ebenen Glasplatten ausgerüstet sind, die behufs Erzielung eines vollkommenen Verschlusses durch Federn an einander gedrückt

werden. Durch eine geringe Drehung werden die Oeffnungen der Glasplatten auf einander gebracht, so dass die Flüssigkeit in vollem Strahl oder in einzelnen Tropfen ausfliessen kann.

Nachtuhr. Von O. Pust in Wolfenbüttel. No. 42906 vom 2. August 1887.

Das Patent betrifft eine Uhr, welche behufs Abbildung des Zifferblattes und der Zeiger bei Nachtzeit auf einer dem ersteren gegenüberliegenden Wand mit einem als Hohlspiegel gebildeten Zifferblatt versehen ist, dessen Zahlen Spiegelbilder sind. Vor dem Zifferblatt befindet sich eine Lampe zur Beleuchtung desselben.

Neuerung an Compassrosen. Von C. Plath in Hamburg. No. 42861 vom 30. August 1887.

Behufs Vermeidung des Verbiegens und Krummwerdens des Blattes und des Gestelles von Compassen unter dem Einfluss der Feuchtigkeit und Trockenheit ist folgende Einrichtung getroffen.

Das am Rande des Gestelles befestigte Compassrosenblatt ist an verschiedenen Stellen nach dem Mittelpunkt zu aufgeschlitzt und wird durch um den Drehpunkt der Rose angebrachte Zugfedern straff gehalten. Dehnt sich das Blatt unter dem Einfluss der Feuchtigkeit aus, so ziehen sich die Federn zusammen, während das Zusammenziehen des Blattes in Folge der Trockenheit eine Ausdehnung der Federn herbeiführt.

Für die Werkstatt.

Putzmittel. Deutsche Industriezeitung 1888. S. 266.

Unsere Quelle enthält eine Anzahl von Recepten zur Herstellung von Putzmitteln.

1. Putzseifen. Die Putzseifen sind innige Zusammenmengungen einer Seife mit feinpulverigen Substanzen und wirken durch ihren Alkaligehalt chemisch lösend auf die Metalloberfläche und deren Verunreinigungen; durch die feinpulverigen Beimengungen werden die gelösten Theile leicht mechanisch entfernt. Für solche Putzseifen werden vier Recepte angegeben:

a) 20 bis 25 Th. flüssige Kernseife mit 30 Th. schwedischer Dampfkreide, 1/2 Th. Pompejanroth nebst etwas Sammetbraun.

b) 25 Th. flüssige Kokosseife mit 4 bis 5 Th. geglühtem oxalsaurem Eisenoxyd.

c) 25 Th. flüssige Kokosseife mit 2 Th. Trippel und je 1 Th. pulverisirtem Alaun, Weinsteinsäure und Bleiweiss.

d) 25 Th. flüssige Kokosseife, 5 Th. englisches Roth und 1 Th. kohlensaures Ammoniak.

2. Putzpomaden. Dies sind innige Mengungen verschiedener Fette mit pulverigen Putzmitteln. Folgende Zusammensetzungen werden empfohlen:

a) 5 Th. Schweinefett oder gelbe Vaseline mit 1 Th. englischem Roth gut verrührt.

b) 50 Th. Palmöl und 50 Th. Vaseline geschmolzen und mit 25 Th. Eisenoxyd, 20 Th. Trippel und 1 Th. Oxalsäure verrührt.

c) 4 Th. fettes russisches oder amerikanisches Mineralöl mit 1 Th. Schweinefett erwärmt und 5 Th. feines englisches Roth darin verrührt.

3. Putzpulver. Dieselben dienen zur mechanischen Entfernung von Verunreinigungen eventuell unter gleichzeitiger Entfernung der Metalloberfläche und leisten auch bei Anwendung von Putzseife und Putzpomade zur Entfernung jeder Spur von Fett und Alkali gute Dienste. Man erhält gutes Putzpulver, wenn man 4 Th. kohlensaure Magnesia und 4 Th. kohlensauren Kalk mit 7 Th. Eisenoxyd oder 4 Th. kohlensaure Magnesia mit 150 Th. fein geschlemmtem englischem Roth innig mischt.

4. Metallputzlappen sind Wollstoffe, die mit Seife und Trippel getränkt sind und mit Korallin gefärbt in den Handel kommen. Ein inniges Gemenge von 40 *g* Marseiller Seife in 200 *g* Wasser mit 20 *g* Trippel genügt zur Tränkung von 0,7 *qm*.

5. Putzwasser. Als unschädliches Putzwasser wird ein gut durchgeschütteltes Gemenge von 50 Th. Spiritus, 2 Th. Salmiakgeist mit 25 Th. Schlemmkreide empfohlen. — Zur Reinigung vergoldeter Gegenstände verwendet man eine Auflösung von 5 *g* Borax in 100 *g* Wasser, behandelt damit die Gegenstände mittels eines Schwammes oder einer weichen Bürste, spült ab und trocknet mit Leinwand; silberne und versilberte Gegenstände reinigt man leicht mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redactions-Curatorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. **H. Landolt,** Vorsitzender. **R. Fuess,** Beisitzer. Director Dr. **L. Loewenherz,** Schriftführer.

Redaction: Dr. **A. Westphal** in Berlin.

VIII. Jahrgang. **September 1888.** Neuntes Heft.

Der grosse mikrophotographische Apparat der optischen Anstalt von Carl Zeiss in Jena.

Von

Dr. **S. Czapski** in Jena.

Wie alle anderen Zweige der Photographie täglich an Bedeutung für Kunst, Technik, Wissenschaft und die verschiedensten Fragen des öffentlichen und privaten Lebens zunehmen, so hat auch die photographische Aufnahme der vom Mikroskop gelieferten Bilder — wiewohl der Natur der Sache nach weit schwieriger zu handhaben als jene — sich immer mehr als ein höchst wichtiges Ergänzungs-, Darstellungs- ja Förderungsmittel der mikroskopischen Arbeiten überhaupt erwiesen. Die erwähnte, von vornherein ersichtliche Schwierigkeit solcher Arbeiten, hat zu einer Unzahl Versuchen Anlass gegeben, durch geeignete Methoden und praktische Apparate die Gewinnung guter Resultate besser zu sichern. Wer die Berichte des *Journal of the Royal Microscopical Society,* namentlich die der letzten Jahre, durchgeht, wird einen Begriff von der lebhaften Thätigkeit erhalten, welche sich auch auf diesem gemeinsamen Specialgebiet der Photographie und Mikroskopie entfaltet hat.

Herr Dr. Roderich Zeiss, der Sohn des Begründers der Firma Carl Zeiss in Jena und Mitinhaber derselben, hatte ebendahin gerichteten Bemühungen schon seit langer Zeit fast unausgesetzt seine Theilnahme gewidmet. Die in den letzten Jahren mit erneutem Eifer fortgesetzten Studien und Versuche, unterstützt durch Berathungen mit den bedeutendsten Forschern solcher Wissenschaftszweige in denen die Mikrophotographie Eingang gefunden hat bezw. finden soll — und dies sind wahrscheinlich alle, in denen das Mikroskop selbst benutzt wird — haben schliesslich zu einer vollständigen Neu-Konstruktion der Apparate geführt, welche die Firma für den vorliegenden Zweck schon früher herstellte. Der Special-Katalog, der im Mai d. J. hierüber ausgegeben wurde, in welchem diese neuen Apparate und Einrichtungen den Interessenten zur Verfügung gestellt werden, enthält als Hauptinhalt eine Abhandlung, in welcher die mechanische Konstruktion des mikrophotographischen Apparates dargelegt und mit den Motiven für die Wahl der betreffenden Einrichtungen zugleich die von Dr. Zeiss selbst gewonnenen Erfahrungen im Gebrauch desselben, wie in der Methodik des ganzen Verfahrens niedergelegt sind.

Aus dieser Abhandlung möchte Verf. dasjenige herausheben und zum Theil näher ausführen, was dem Interessentenkreise dieser Zeitschrift speciell nahe liegt und bei dieser Gelegenheit einiges nachholen, was er den Lesern der Zeitschrift längst schuldig zu sein glaubt.

Die Hauptbestandtheile des Apparates sind wie gewöhnlich Mikroskop und Kamera. Anstatt diese Theile, wie üblich, auf einem Brett zu vereinigen, sind

dieselben mit beiderseitigem Zubehör jeder für sich auf besonderem Stativ montirt und werden nur während der Aufnahme des Bildes verbunden. Dieses Arrangement wurde gewählt: 1. um zu ermöglichen, dass alle Manipulationen am Mikroskop, — welche bei der sonst üblichen Montirung des Apparates in gebückter Stellung sehr mühsam verrichtet werden mussten, — vor diesem sitzend mit Ruhe und Bequemlichkeit ausgeführt werden können; 2. um den Apparat ohne Kamera für sich als Projections-Apparat verwendbar zu machen. Während die Trennung der beiden Haupttheile die erwähnten Annehmlichkeiten hat, ist zu gleicher Zeit durch den unten näher zu beschreibenden, höchst einfachen Lichtabschluss und die Beweglichkeit der Kamera auf Schienen die lichtdichte Verbindung derselben in denkbar raschester und mühelosester Weise ermöglicht.



Fig. 1.

Jedes der grösseren umlegbaren Stative, welche die Firma liefert, kann zu manchem der hier vorliegenden Zwecke mit Vortheil an dem Apparate verwendet werden. Den Bedürfnissen der Mikrophotographie speciell angepasst ist ein besonderes Stativ (Fig. 1), welches in der allgemeinen Form und Grösse den vollkommensten anderen Zeiss'schen Stativen ähnlich, wie diese mit Zahn und Trieb zur groben, mit Mikrometerbewegung zur feinen Einstellung[1]), mit Einrichtung zum Umlegen und Arretirung des rechtwinklig umgelegten Obertheils ausgerüstet ist. Der aussergewöhnlich grosse Tisch ist mit einer durch rechtwinklig zu einanderstehende Mikrometerschrauben geführten Kreuzbewegung und einer durch Zahn und Trieb vermittelten Drehung versehen und besitzt eine besonders grosse Tischöffnung für Benutzung ganz schwacher Ob-

[1]) Siehe diese Zeitschr. 1887, S. 221.

jektive mit aussergewöhnlich grossem Gesichtsfeld (S. unten). Der gewöhnliche Abbesche Beleuchtungsapparat ist in der optischen Axe durch Zahn und Trieb beweglich und, wie neuerdings bei fast allen Zeiss'schen Stativen, so eingerichtet, dass das in eine Hülse gefasste und in einer federnden Schiebehülse steckende gewöhnliche Kondensorsystem leicht herausgenommen und gegen andere, weiter unten zu erwähnende Beleuchtungs- oder Spektral-, Polarisations- u. s. w. Vorrichtungen umgetauscht werden kann. Der Mikroskoptubus wurde in aussergewöhnlich grossem Durchmesser konstruirt, theils zur Verminderung der Reflexwirkung der inneren Wand, theils um die Möglichkeit zur Benutzung der erwähnten ganz schwachen Objektive zu geben, deren langer Focus ihre Verwendung innerhalb des Tubus nöthig macht. Das Stativ ist ausser für Mikrophotographie auch für die gewöhnlichen mikroskopischen Arbeiten verwendbar.

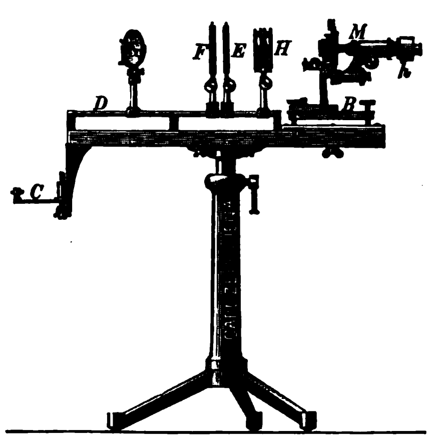


Fig. 2.

Es findet seine Aufstellung auf einer, auf solider eiserner Säule montirten, in der Höhe verstellbaren Mikroskopirtisch-Platte *A* (Fig. 2, 3, 6), an deren einem, der Kamera zugekehrten Ende das Stativ, auf einer mit drei Schrauben justirbaren Metallunterlage *B* aufgeschraubt, zu stehen kommt, an deren anderem Ende eine Winkelplatte *C* zur Anbringung einer elektrischen Bogenlampe befestigt ist und auf deren Mitte, den ganzen Zwischenraum zwischen Stativ und elektrischer Lampe einnehmend, eine sogenannte optische Bank *D* angeschraubt ist. Letztere, aus zwei starken Metallschienen bestehend, ist bestimmt, die folgenden Nebenapparate für die Beleuchtung zu tragen: für die Benutzung des Sonnenlichts zwei vertikal durch Zahn und Trieb

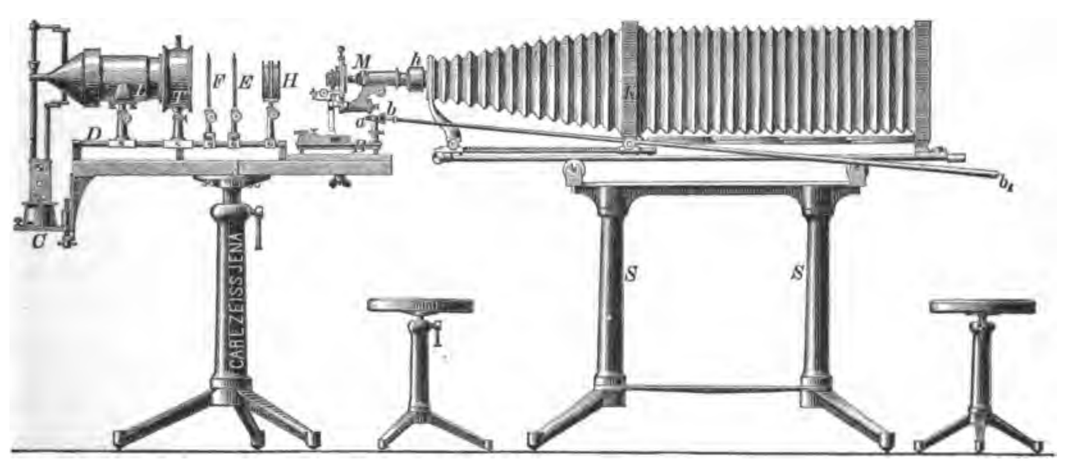


Fig. 3.

verschiebbare Blendungsträger *E, F,* die einerseits mittels Gelenkes schnell auf die Seite umgelegt werden können, andererseits beim Aufklappen in Folge eines Anschlages genau in ihre alte Stellung zurückkehren (sie sind zugleich als Ständer für die matte Scheibe zu benutzen, welche bei schwacher Vergrösserung als Lichtquelle dient); ferner einen in der Höhe verstellbaren und fixirbaren Planspiegel *G* mit grober und feiner Einstellung in der vertikalen wie in der horizontalen Axe,

25*

um die kleinen Unregelmässigkeiten im Gange des Heliostaten auszugleichen und einen Cüvettenständer *H*, ebenfalls durch Zahn und Trieb vertikal beweglich, zur Aufnahme von Cüvetten für gelbe und blaue Absorptions-Flüssigkeiten. Für die Benutzung der elektrischen Bogenlampe, welche in Fig. 3 veranschaulicht ist, ausserdem noch eine Wasserkammer *T* mit Spiegelglaswänden zur Absorption der Wärmestrahlen, und ein Sammellinsensystem *L* zur Projektion des Bildes der Kohlenspitzen auf die matte Scheibe. (S. Fig. 3 u. 6.) An dem Kamera-Ende des auf drei Schrauben stehenden Metalluntersatzes *B* für das Mikroskopstativ (s. Fig. 3) befindet sich eine nach Belieben ein- und ausschaltbare Einrichtung *a*, welche die von der Kamera aus geschehende Bewegung eines Hooke'schen Schlüssels bb_1 durch entsprechendes Zahnrad auf die gleichfalls mit Zähnen versehene Mikrometerschraube des Mikroskopstativs zu übertragen bestimmt ist. Endlich trägt der Tubus eine leicht aufsteckbare doppelte Hülse *h*, in deren Zwischenraum ein entsprechendes am Mikroskop-Ende *M* der Kamera angebrachtes Hülsenstück sich bei Heranrollen der Kamera einschiebt und so einen sehr vollkommenen, lichtdichten Abschluss zwischen Mikroskop und Kamera bewirkt, ohne dass die letztere das erstere berührt.

Die Kamera für Mikrophotographie *K* ist, wie oben bemerkt, getrennt vom Mikroskop, und zwar ebenfalls auf einem leichten, aber soliden Gusseisenstativ *SS* mit Eisenschienen montirt, auf welchem sie sich mittels Rollen sanft und ohne Stösse bewegen lässt. Die Gesammtlänge des Kamerabalges ist 1,5 *m*; durch Verkürzung gestattet derselbe die Anwendung jeder geringeren Bilddistanz. Der Wunsch, den Apparat zugleich für Aufnahmen von flüssigen Präparaten (Reinkulturen u. s. w.) einzurichten, hat zu einer Theilung der Kamera in zwei Hälften geführt, deren eine, und zwar die dem Mikroskop zugewendete Hälfte sich aufrichten und sowohl in senkrechter, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist, als in jeder schiefen Stellung fixiren lässt. Die Bewegung der Bildebene erfolgt bei diesem Theil durch starke Trieb- und Zahnstange, auf welcher letzteren sich auch das Mikroskopende der Kamera bewegen lässt. Dieses trägt, wie oben erwähnt, die zum Lichtabschluss nöthige Hülse, welche aber, auf einem rasch entfernbaren Brettchen aufgeschraubt, leicht mit einem makroskopischen Photographen - Objektiv vertauscht werden kann, was die Kamera auch für gewöhnliche photographische Aufnahmen geeignet macht. Beide Hälften der Kamera sind für Kassetten von 24×24 *cm* Bildgrösse eingerichtet, welche sich durch Einlage von Rahmen für Platten von beliebiger geringerer Grösse verwendbar machen lassen. Zwei Einstellplatten, von denen die eine, mattgeschliffen, für oberflächliche Orientirung über das Bild, die andere, durchsichtig und auf der Mikroskopseite mit Diamantkreuz versehen, für feine Einstellung des Bildes mittels einer auf letzteres einge-

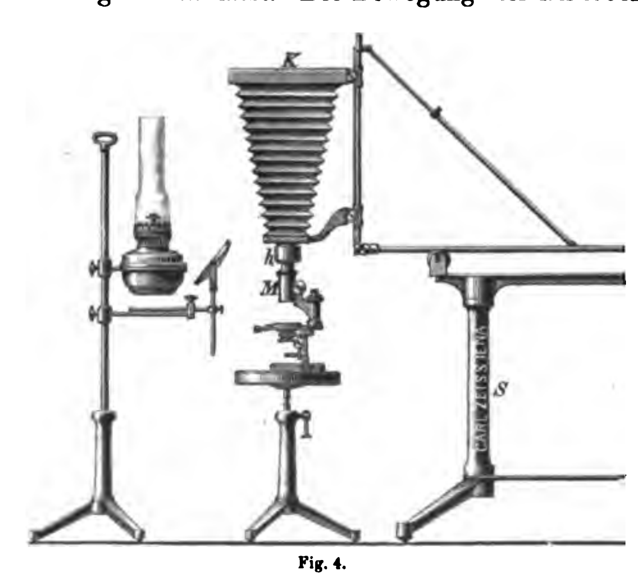


Fig. 4.

stellten Stelllupe dient, vervollständigen die Einrichtung. Auf Wunsch wird noch eine dritte Kassette beigegeben, deren eigenartige Form gestattet, behufs Ermittlung der besten Expositionszeit eine grössere Anzahl von Aufnahmen neben einander auf einer einzigen Platte auszuführen. Zu diesem Zwecke ist diese Kassette in einer Führungsleiste verschiebbar und wird mit beliebigen Haltepunkten vor einem Blechspalt vorübergeführt, welcher nur einen schmalen, für die Beurtheilung des Erfolges jedoch hinreichenden Streifen des Bildes auf die empfindliche Platte kommen lässt. Endlich lässt sich der Kamerabalg an der Kassette auch ein wenig abheben, um von vorn her eine Inspektion des Bildes zu gestatten, welches auf der Innenseite der zu diesem Zwecke mit weissem Papier beklebten Kassette entworfen wird. (Nachet's Methode).

Ueber die Wahl des Raumes, welcher als Laboratorium für Mikrophotographie dienen soll, über den Standort des Apparates in demselben, sowie über seine Aufstellung und Justirung giebt Dr. Zeiss a. a. O. eingehende Rathschläge, deren Mittheilung uns aber hier zu weit führen würde. Specielle Interessenten können den Katalog direkt von der Firma beziehen und mögen dieselben daher auf das Original verwiesen werden. Das Gleiche gilt von den Abschnitten, in welchen Dr. Zeiss seine Erfahrungen über das gesammte mikrophotographische Verfahren niedergelegt hat, in welchen er über die Natur der verschiedenen Lichtquellen, über die Art ihrer Anwendung für den vorliegenden Zweck, über die Projektion des Bildes mittels der eigens hierfür konstruirten Projektionsokulare, über die besonderen Vorsichtsmaassregeln, welche auch der chemische Theil der Mikrophotographie erfordert, und vieles Andere werthvolle Aufklärung bietet.

Ich will mich hier darauf beschränken, z. Th. im Anschluss an die hierüber von der Firma bezw. Hrn. Prof. Abbe gemachten Originalmittheilungen einzelne Apparattheile und Instrumente näher zu beschreiben, welche in dem obenstehenden Ueberblick nur kurz oder gar nicht erwähnt werden konnten.

Als Objektive für den vorliegenden Zweck eignen sich die von der Firma unter dem Namen „Apochromate" ausgegebenen ganz hervorragend[1]). Es sind dies diejenigen optischen Errungenschaften im Gebiete der Mikroskopie, welche Verfasser in seinen Mittheilungen über das glastechnische Laboratorium zu Jena *(diese Zeitschrift 1886, S. 347)* erwähnt hatte. In Folge der Anwendung der neuen Glasarten und einer wesentlich vervollkommneten Korrektions-Methode ist in denselben 1. das sekundäre Spectrum beseitigt oder doch auf ein minimales tertiäres reducirt. Das Bild fällt daher für die chemisch wirksamen Strahlen (blau-violetten-ultravioletten) auch bei Anwendung gewöhnlicher, nicht orthochromatischer Trockenplatten mit dem der optisch wirksamen (grün-roth-gelben) zusammen, so dass die früher gar nicht, oder nur auf Kosten der Lichtconcentration vermeidliche Focusdifferenz von selbst wegfällt. 2. Ist in ihnen die sphärische Aberration gleichmässig für Licht der verschiedenen Farben gehoben, so dass das Bild der chemisch wirksamen Strahlen

[1]) Leider brachte es die Ungunst der Umstände mit sich, dass diese Zeitschrift eine so epochemachende Erscheinung auf dem Gebiete der praktischen Optik, wie die Konstruktion dieser Objektive und zugehörigen Kompensationsokulare es ist, mit Stillschweigen übergehen musste. Die Redaktion hoffte lange über dieselben einen Aufsatz aus der Feder des Herrn Prof. Abbe selbst bringen zu können. Durch häufiges Unwohlsein des letzteren und andere Hindernisse erlitt die Abfassung der Abhandlung jedoch so lange Aufschub, dass ein näheres Eingehen auf diese Systeme schliesslich überhaupt kaum noch Interesse beanspruchen durfte, nachdem in allen Fachzeitschriften und selbst in politischen Zeitungen mehr oder minder ausführliche Berichte über dieselben erschienen waren. Anm. d. Red.

auch qualitativ gleich vollkommen wie das optische wird. Gerade durch letzteren Umstand kommt die theoretisch längst postulirte, zum Theil auch praktisch schon früher konstatirte Ueberlegenheit photographirter mikroskopischer Bilder über die direkt gesehenen in der Auflösung feinster Details nunmehr erst voll zur Geltung. Die Vortheile, welche diese Objektive auch in der gewöhnlichen Anwendung bieten, liegen auf der Hand und sind von Seiten vieler angesehener Kenner des Gebietes durchaus anerkannt worden. Das feine Korn und die Lichtstärke der Objektive ermöglichen es, auch sehr starke Okulare ohne Einbusse in der Präcision oder Helligkeit des Bildes anzuwenden, so dass einerseits bei verhältnissmässig grossen Objektiv-Brennweiten relativ hohe Vergrösserungen erreichbar sind, andererseits je mit demselben Objektive eine nach oben und unten hin grössere Reihe verschiedener Vergrösserungen zur Verfügung steht. Die natürlichen Farben der Objekte werden durch diese Objektive auch in den feineren Abstufungen unverfälscht im Bilde wiedergegeben, weil die in den Linsen noch vorhandenen tertiären Farbenreste von sehr geringer Intensität sind. Die Differenzen der Bildvergrösserung für verschiedene Farben sind bei allen Objektiven dieser Reihe auf gleichen Betrag abgeglichen und werden durch die unten aufgeführten Kompensations-Okulare aufgehoben, daher bei Anwendung dieser Okulare die Bilder im ganzen Sehfeld gleichmässig farbenrein erscheinen.

Die sphärischen Aberrationen ausserhalb der Axe sind so vollkommen korrigirt, dass bis dicht zum Rande des Sehfeldes fast die gleiche Bildschärfe wie in der Mitte fortbesteht, wenn schon in Folge der unvermeidlichen Krümmung der Bildfläche auch bei diesen Systemen die Einstellung zwischen Mitte und Rand etwas verschieden bleibt.

Auf Erzielung eines möglichst grossen Focalabstandes (Objektabstandes) ist, zumal bei den stärkeren Systemen, ganz besonders Bedacht genommen. Derselbe ermöglicht z. B. selbst bei einem System von 2 *mm* Brennweite und 1,30 num. Apertur die Einstellung auf Deckgläser von über 0,30 *mm* Dicke. Die Reihe der von Zeiss hergestellten Objektivsysteme umfasst die folgenden Brennweiten, Aperturen und zugehörigen Eigenvergrösserungen (auf 250 *mm* Bildentfernung gerechnet).

	Trockensysteme			Wasser-Imm.	Homogene Immersion	
Num. Apertur	0,30	0,60	0,95	1,25	1,30	1,40
Brennweite (*mm*)	24 u. 16	12 u. 8	6 u. 4	2,5	3 u. 2	3 u. 2
Objektivvergr.	10,5 15,5	21 31	42 63	100	83 125	83 125

(Die Objektive von 24, 12 und 6 *mm* werden nur für den langen englischen Tubus adjustirt geliefert, die anderen sowohl für kurzen wie für langen Tubus.)

Für die speciellen Zwecke der Mikrophotographie wurde neuerdings auf mehrfach laut gewordenen Wunsch noch ein System von 75 *mm* Brennweite construirt, welches zur Aufnahme grosser Objekte (2 bis 4 *cm*) in 10 bis 15 facher Vergrösserung dient. Dasselbe ist im Wesentlichen nichts anderes als ein photographisches Objektiv, nur dass es dieselbe Vollkommenheit der Strahlenverengung besitzt wie die anderen Apochromate. Es giebt bei einem Bildwinkel von 70° ein bis an den Rand vortrefflich scharfes Bild.

Die apochromatischen Objektive lassen, wie dies auch bei allen stärkeren gewöhnlichen Systemen der Fall ist, eine Differenz in der Bildvergrösserung für die verschiedenen Farben bestehen. Dieselbe ist in ihnen durchweg absichtlich

auf den gleichen Betrag gebracht und durch eigens konstruirte Okulare, welche ihrerseits die entgegengesetzte Vergrösserungsdifferenz haben, aufgehoben, weshalb diese Okulare den Namen Kompensationsokulare erhalten haben.

Diese Okulare, welche durchaus nach neuen Konstruktionstypen gebaut sind, gestatten auch noch in den höchsten Nummern ein sehr bequemes Arbeiten. Der Augenpunkt liegt bei allen so hoch über der obersten Linsenfläche, und der Linsendurchmesser ist so reichlich gross, dass die Unbequemlichkeiten, welche bisher dem Gebrauch der Okulare von kurzer Brennweite anhafteten, hier vollständig beseitigt sind. Die Klassifikation dieser Okulare ist nach dem von Prof. Abbe aufgestellten Princip durchgeführt. Richtschnur für die Abstufung der Brennweiten und Grundlage der Bezeichnung ist die mittels des Okulars zu erzielende Steigerung der Gesammtvergrösserung des Mikroskops über diejenige Vergrösserung, die das Objektiv allein ohne Okular gewährt; also die Zahl, welche angiebt, wie vielmal ein Okular an dem dafür vorgesehenen Tubus die Vergrösserung des Objektivs erhöht. In dieser Art ist die Reihe der Okulare auf die Okularvergrösserungen 1, 2, 4, 8, 12, 18, 27 abgeglichen, und diese Zahlen dienen zugleich für die Numerirung dieser Okulare. Die Fassungen der Okulare sind in beiden Reihen in der Art regulirt, dass der untere Brennpunkt sämmtlicher Nummern je einer Reihe beim Einsetzen derselben in den Tubus des Mikroskops in dasselbe Niveau zu liegen kommt. Das Wechseln der Okulare macht daher keine Veränderung der Einstellung erforderlich und die „optische Tubuslänge“, welche das maassgebende Element für die Vergrösserung ist (d. h. der Abstand zwischen dem oberen Brennpunkt des Objektivs und dem unteren des Okulars), behält eine konstante Grösse.

Die Frage, ob das vom Objektiv entworfene Bild beim Photographiren direkt aufzunehmen und event. hinterher das Negativ mittels des gewöhnlichen photographischen Verfahrens zu vergrössern sei, oder ob mittels besonderer Korrektionslinse *(Amplifier)* die Adjustirung auf grössere Bildweite und Bildgrösse schon bei der Aufnahme selbst zu erfolgen habe oder ob endlich der Gebrauch der gewöhnlichen Okulare auch für die Photographie, nach einer geringen Aenderung der Objektiveinstellung, die besten Resultate gebe, — hat die Fachkreise lange beschäftigt. Von Abbe wurde sie für die von ihm berechneten Apochromate aus mehreren zwingenden Gründen in der Weise gelöst, dass er besondere Projektionsokulare konstruirte, welche in der äusseren Form den Okularen ganz ähnlich sind und so wie diese einfach in den Tubus gesteckt werden. Sie bestehen aus einem Kollektivglas und einem zusammengesetzten Linsensystem, welches nach Art der apochromatischen Objektive sehr sorgfältig sphärisch und chromatisch korrigirt und namentlich frei von sekundärer Farbenabweichung und von Focusdifferenz zwischen optischen und chemischen Strahlen ist. Zwischen dem Kollektiv und dem genannten Linsensystem ist noch zur Begrenzung des Bildfeldes ein Diaphragma eingeschaltet, welchem das Linsensystem mehr oder weniger genähert werden kann. Behufs Projektion des Bildes auf die photographische Platte oder auf einen Schirm (für objektive Darstellung) verbleibt das Objektiv des Mikroskops in allen Stücken genau in derselben Verfassung, wie es für die Okularbeobachtung dient. Nach vorläufig bewirkter Einstellung des Präparates mittels eines Okulars wird nur an Stelle des letzteren das Projektions-Okular eingeführt und dessen Projektionslinse so eingestellt, dass der Rand des Diaphragmas auf dem Schirm oder auf der matten Scheibe der photographischen Kammer möglichst scharf sich abbildet,

was ein um so stärkeres Herausdrehen der Projektionslinse nöthig macht, je geringer der Abstand des Schirmes oder der Platte vom Mikroskop ist. Hiernach endlich wird das scharfe Bild des Objektes durch entsprechende Einstellung des Mikroskops mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln auf den Schirm oder die Scheibe gebracht. Der Okulardeckel des Projektionsokulars bildet ein Diaphragma, durch welches Reflexe im Tubus vollständig abgeblendet werden. Die Oeffnung dieses Diaphragmas ist der grössten Linsenöffnung der Apochromate entsprechend gewählt. Die Projektion nach dieser Methode gewährt vorzüglich scharfe, gleichmässig beleuchtete Bilder von beliebig geringer oder beliebig hoher Vergrösserung. Die Projektionsokulare sind nach dem Princip der Kompensations-Okulare speciell für Apochromate korrigirt, können übrigens auch mit gewöhnlichen achromatischen Objektiven von grösserer Apertur vortheilhaft verwandt werden. Sie werden für die kontinentalen Mikroskope mit der Okularvergrösserung 2 und 4 konstruirt. Diese Ziffern bezeichnen — wie bei den Kompensations-Okularen — das Verhältniss, in welchem durch das betreffende Okular (bei derjenigen Tubuslänge, für die dasselbe bestimmt ist) die Aequivalentbrennweite des ganzen Mikroskops kleiner wird als die Brennweite des benutzten Objektivs.

Als Beleuchtungsapparate lassen sich in die S. 303 erwähnte federnde Schiebehülse entweder die entsprechend in Hülsen gefassten Abbe'schen Kondensorsysteme von 1,20 bis 1,40 num. Apertur einführen, oder es kommt ein ebenfalls für den vorliegenden Zweck besonders konstruirtes achromatisches Kondensorsystem von 1,0 num. Apertur zur Anwendung. Es hat sich nämlich für das Gelingen guter Mikrophotogramme nothwendig erwiesen, das Objekt nur soweit zu beleuchten, als es abgebildet wird, weil sonst von den umliegenden Stellen desselben falsches Licht in die abbildenden Kegel mit hineingeräth und das Bild verschleiert. Man muss daher ein scharfes Bild der Lichtquelle in das Objekt hinein projiciren und eben hierzu dient das genannte Kondensorsystem, welches mit einer Einrichtung zur kreuzweisen Centrirung und feinen Einstellung versehen ist. Mit gewissen Einschränkungen kann man auch ein anderes achromatisches Mikroskopobjektiv anwenden. Für die Benutzung solcher Objektive dient eine kreuzweis centrirbare Schiebehülse, in welcher eine mit englischem Systemgewinde versehene bewegliche Röhre steckt.







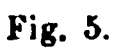


Fig. 5.

Die Abstufung des Beleuchtungskegels wird an dem achromatischen Kondensor durch eine in demselben angebrachte Irisblendung, wie solche in Fig. 5 gesondert dargestellt ist, bewirkt, welche letztere sich auch bei Anwendung anderer Beleuchtungsapparate und auch für die Zwecke der gewöhnlichen mikroskopischen Beobachtung und andererseits ebenso bei gewöhnlichen photographischen Objektiven als ausserordentlich bequem und vortheilhaft erwiesen und schnell eingebürgert hat. Die Einrichtung derselben ist aus der Figur wohl ohne Weiteres

klar. Sie kann an Stelle der auf dem Blendungsträger des Abbe'schen Beleuchtungsapparates befindlichen abnehmbaren Kappe angebracht werden und ersetzt dann vortheilhaft die gewöhnlichen auswechselbaren Blendungen, indem sie die Möglichkeit der Verengerung oder Erweiterung der Oeffnung in ganz allmäliger Abstufung bietet. Man erreicht dabei eine kleinste Oeffnung von 1 *mm* und eine grösste, die nahezu dem Durchmesser des Kondensorsystems gleichkommt. Am achromatischen Kondensor für Mikrophotographie ist diese Irisblendung aus optischen Gründen innerhalb des Kondensorsystems angebracht.

Als Kondensor für das 75 *mm*-System dient eine besondere kleine Sammellinse von grösserer Brennweite, da es hier nothwendig ist, ein Bild der Lichtquelle in das System hinein zu projiciren. Andere, stärkere Beleuchtungslinsen finden mit den Blendungsträgern, Cüvettenständern, Wasserkammern auf der erwähnten optischen Bank zwischen Lichtquelle und Objekt ihre Aufstellung. Ein besonderes Kondensorsystem findet Verwendung bei dem Gebrauch des elektrischen Bogenlichts. Dasselbe ist abweichend von den bisher für ähnliche Zwecke üblichen Kombinationen aus zwei planconvexen und einer konkavkonvexen Linse konstruirt (wie aus beistehender Fig. 6 ersichtlich ist). Derjenige, der Kohlenspitze zugekehrte Theil der

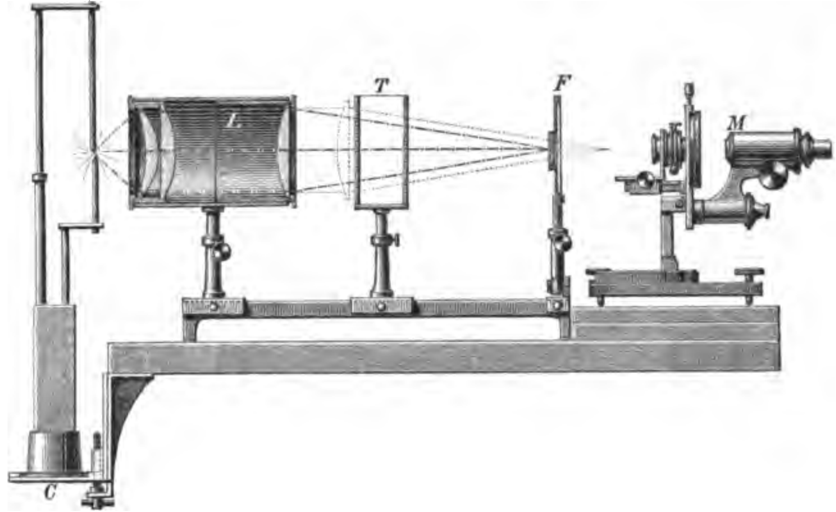


Fig. 6.

Linsen, welcher die Sammlung der von der Kohlenspitze divergirenden Lichtstrahlen in ein Bündel paralleler Strahlen bewirkt und dementsprechend in die hierzu am meisten geeignete Entfernung von der Lampe ein für allemal aufzustellen ist, wendet zur Verminderung der sphärischen Aberration der Lampe eine konkave Fläche zu. Der dem Mikroskop zugekehrte Theil des Linsensystems, welcher die parallelen Strahlen wieder zu einem Bilde vereinigt, ist in einer Schiebehülse beweglich gefasst, was die Verrückung des Sammelbildchens in der optischen Axe innerhalb ziemlich weiter Grenzen gestattet.

Das 75 *mm*-System wird ohne Okular gebraucht und in einer besonderen Fassung von der Okularseite her in den Tubus eingeführt. Die anderen Objektive werden entweder wie gewöhnlich angeschraubt, oder mittels eines Revolvers am Tubus befestigt, oder man bedient sich des neuerdings von der Firma konstruirten, für den vorliegenden Zweck besonders vortheilhaften Objektivwechslers (Fig. 7 a. f. S.) Derselbe wurde, wie Verfasser an anderem Orte (*Zeitschr. f. wissenschaftliche Mikro-*

skopie. 4. S. 293) ausführlich besprochen hat, konstruirt zum Ersatz des gewöhnlichen Revolvers in Fällen, bei denen es 1. auf genaueste Centrirung der Objektive und 2. auf Verwendung und rasches Wechseln von mehr als drei Objektiven ankommt. Beide Anforderungen werden von demselben erfüllt, da der Apparat eine Vorrichtung besitzt, vermöge deren jedes einzelne Objektiv vom Empfänger selbst centrirt werden kann, und da derselbe den Gebrauch von beliebig vielen Objektiven gestattet. — Die Bestandtheile des Objektivwechslers sind: das Tubusschlittenstück *T*; dasselbe wird in der bei den gewöhnlichen Revolvern gebräuchlichen Weise am Tubus angeschraubt und mit der Schlittenführung nach vorn an demselben festgezogen. Die Ebene der Schlittenführung ist nicht senkrecht zur optischen Axe, sondern zur Vertikalebene schwach geneigt. Ferner das Objektivschlittenstück *O*; die Ebene der Schlittenführung hat gegen die optische Axe die gleiche Neigung wie die des Tubusschlittenstückes, so dass das Objektiv sich beim Ausrücken hebt und den Lackring der Präparate nicht beschädigt. Eine an diesem Stück angebrachte und mittels Uhrschlüssel regulirbare Anschlagschraube *s* fixirt es in einer bestimmten Stellung, welche es nach jedem Ausziehen stets wieder einnehmen muss, und bildet zugleich die Centrirvorrichtung in der Richtung der Schlittenführung, während eine gleichfalls mittels Uhrschlüssel regulirbare Schraube ohne Ende s_1 die Centrirung des Objektives rechtwinklig zur Schlittenführung vermittelt. Objektive, deren Trichterstücke für die Focalabstände annähernd ausgeglichen sind (wie die meisten Zeiss'schen), können mittels des im Objektivschlittenstück angebrachten verstellbaren Schraubringes *r* genau focussirt und in der dann angenommenen Stellung durch die Klemmmutter *m* ein für allemal befestigt werden. Die Objektivschlittenstücke passen sehr genau in die Schlittenführung des Tubusschlittenstückes, werden in beliebiger Anzahl zu jedem Tubusschlittenstück abgegeben und können jederzeit auch nachbezogen werden. Beim Wechseln der Objektive bleibt nach guter Ausjustirung der Objektivschlittenstücke stets derselbe Punkt des Präparates in der Mitte des Gesichtsfeldes und zugleich annähernd scharf focussirt, so dass zur vollkommen scharfen Einstellung gewöhnlich nur eine geringe Nachhilfe mit der Mikrometerschraube nöthig ist.

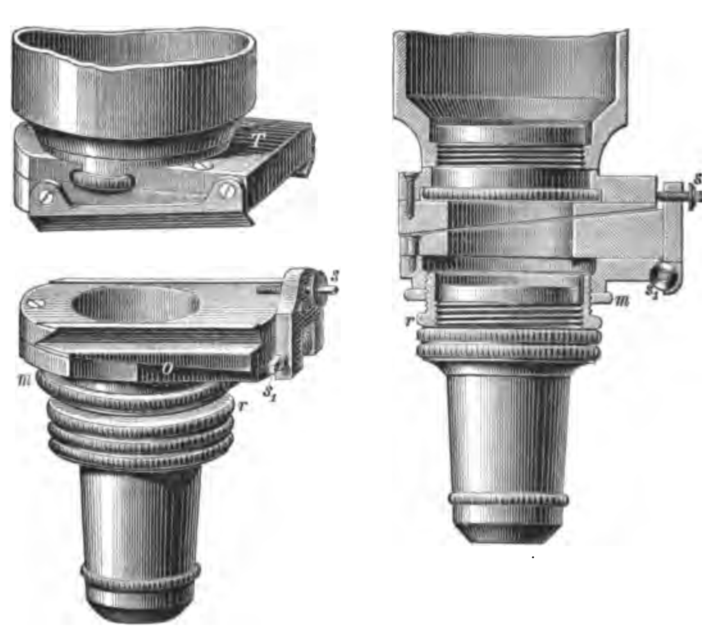


Fig. 7.

Aufsetzbares Spiegeldeklinatorium für absolute Messungen.

Von
Professor Dr. **Schmidt** in Freiberg i. S.

Die für absolute Deklinationsbestimmungen und genaue Orientirungsmessungen bisher gebräuchlichen transportablen Magnetometer haben wegen ihrer verhältnissmässig hohen Herstellungskosten bei den Arbeiten der praktischen Geodäten und Markscheider nur eine beschränkte Verwendung gefunden. Um die nicht geringen Vortheile, welche der Gebrauch derartiger Instrumente dem Vermessungstechniker unter Umständen gewährt, allgemeiner zur Geltung zu bringen, dürfte es von Wichtigkeit sein, den magnetischen Orientirungsinstrumenten eine einfachere Einrichtung, als bisher üblich war, zu geben, so dass sie sich in der Form von Hilfsapparaten mit hierzu geeigneten Winkelmessinstrumenten, insbesondere mit dem Feld- oder Grubentheodolit nach Bedarf verbinden lassen.

Dasselbe Ziel hat wohl schon J. Weisbach im Auge gehabt, als er im Jahre 1850 seinen Magnettheodolit[1]) mit einer zwischen den Fernrohrstützen befestigten Kastenbussole versah und diesen späterhin nach dem Vorgang von Cassini und Gambey[2]) mit Hilfe einer vor das Fernrohrobjektiv gesteckten Sammellinse für absolute Deklinationsbeobachtungen einrichtete. Eine derartige feste Verbindung der Bussole mit dem Theodolit hat jedoch mancherlei Uebelstände zur Folge, weil hierdurch nicht allein die Handhabung des Theodolits bei den gewöhnlichen Messungen erschwert und das Durchschlagen des Fernrohrs gehindert, sondern auch die Brauchbarkeit der überaus empfindlichen Pinne der Bussole auf die Dauer geradezu in Frage gestellt wird,. wenn dieselbe in ihrer leicht zugänglichen Lage am Instrument ständig der Gefahr der Beschädigung ausgesetzt bleibt. Ein weiterer Nachtheil dieser Einrichtung liegt darin, dass, sobald bei der Einstellung der Nadelenden mit dem Fernrohrmikroskop die Nadel etwas vibrirt oder schaukelt, hierdurch die Beobachtungsschärfe beeinträchtigt wird. — Unbequem und zeitraubend ist es ferner, dass stets beide Nadelenden vor und nach dem Umlegen eingestellt werden müssen, da hierdurch die Beobachtungsarbeit auf das Doppelte vermehrt wird gegenüber solchen Instrumenten, welche die Nadelrichtung in jeder Lage durch eine einzige Einstellung zu finden gestatten. — Als den bedenklichsten Mangel dieser Beobachtungsweise der Magnetnadel möchten wir jedoch jenen ansehen, dass in Folge des „Versetzens“ der Magnetnadel auf der Pinnenspitze regellose Excentricitätsfehler auftreten, welche die Genauigkeit des Messungsresultats sehr wesentlich beeinträchtigen.

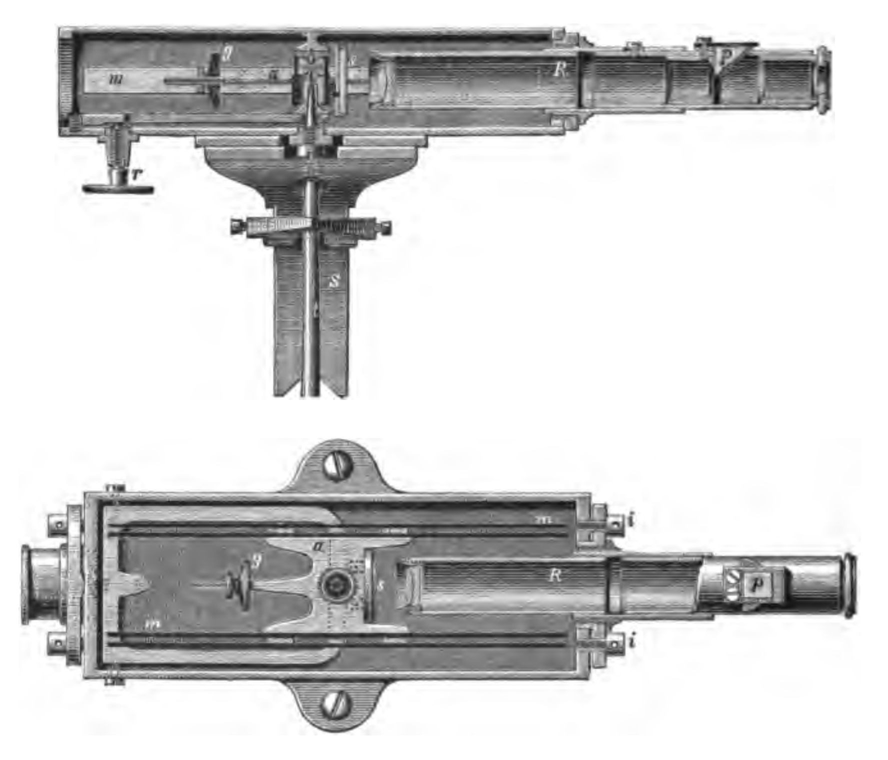
Die in erster Linie genannten Nachtheile, welche aus der Lage der Bussole zwischen den Fernrohrstützen hervorgehen, lassen sich zwar dadurch vermeiden, dass man die Kastenbussole mit einer bügelförmigen Stütze versieht und mittels dieser auf die Zapfenenden der horizontalen Theodolitaxe nach Art der Reiterlibellen aufsetzt. Dadurch geht jedoch andererseits der Vortheil wieder verloren, die Nadelenden im Fernrohrmikroskop beobachten und absolute Deklinationsmessungen zur Ausführung bringen zu können.

Es gelingt jedoch, die zuletzt genannten Vortheile dadurch zu vereinigen, dass man die Aufsatzbussole mit einem besonderen Beobachtungsfernrohr ausstattet und die Vorrichtung für Fadenkreuzreflexion anbringt. Zugleich lassen sich alle

[1]) J. Weisbach, „Die neue Markscheidekunst“. 2 Abth. S. 17. Braunschweig 1859. —
[2]) Lehrbuch der Experimentalphysik von Biot, deutsch von Fechner. 1825. 3 Bd. S. 110.

jene Einrichtungen treffen, welche nöthig sind, um die Instrumentenfehler zu untersuchen, ihren Werth ziffernmässig zu ermitteln oder durch Kompensationsmessung unschädlich zu machen, so dass die Aufsatzbussole zu absoluten Deklinationsmessungen gebraucht werden kann.

Die Einrichtung, welche wir zu dem ebengenannten Zweck der Magnetnadel unserer Aufsatzbussole gegeben haben, ist in der Hauptsache dieselbe, welche bereits von Bamberg bei seinen magnetischen Reisetheodoliten und bei dem in der Kaiserlich deutschen Marine gebräuchlichen Marinedeklinatorium nach Neumayer mit gutem Erfolg angewendet worden ist. Insbesondere sind es die mit dem zuletzt genannten Instrumente erzielten günstigen Beobachtungsresultate[1]) gewesen, welche uns veranlasst haben, diese bewährte Einrichtung auf unser aufsetzbares Deklinatorium zu übertragen und ein gleiches Magnetsystem anzuwenden, welches nach einem von Prof. Dr. Neumayer gütigst zur Verfügung gestellten Muster angefertigt wurde. Dieses Magnetsystem (vergl. die nachfolgenden Figuren) besteht aus zwei



Paar Stahllamellen *mm* von 11 *cm* Länge, die durch ein Querstück *a* aus Aluminium oder besser aus Magnesium verbunden sind. In der Mitte zwischen den getrennt liegenden Magnetlamellen ist ein mit seiner Fassung in einer Messinghülse leicht auf und abgleitendes Doppelhütchen *h* aus einem harten Edelstein eingesetzt, welches sich genau centrisch zur horizontalliegenden Magnetnadel soviel nach auf- und abwärts schieben lässt, dass nach dem Umlegen der Nadel der durch die Pinnenspitze gebildete Unterstützungspunkt stets über den Schwerpunkt des Magnetsystems zu liegen kommt.

Vor diesem Doppelhütchen ist ein kleiner runder Spiegel *s*, der ebenfalls in Aluminium gefasst ist, derart befestigt, dass die Spiegelnormale mit der Axe

[1]) Handbuch der nautischen Instrumente, herausgegeben vom hydrographischen Amt der Admiralität. Berlin, Mittler & Sohn. 1882. S. 263.

des Magnetsystems nahezu parallel liegt; hinter dem Hütchen musste ein kleines Gegengewicht *g* angefügt werden, das sich nach Bedarf vor- und rückwärts schrauben lässt, um der Spiegelnormale eine horizontale Lage zu geben.

Das Magnetsystem ist bei der Beobachtung von einem aus Messingplatten zusammengesetzten Schwingungskasten umschlossen. Der Deckel desselben lässt sich aufklappen und die Stirnseiten sind beiderseits zum Einschrauben des zwischen die Magnetlamellen tretenden Fernrohrs eingerichtet. Unter dem Boden des Kastens ist eine bügelförmige Stütze *S* befestigt, vermittels deren die Bussole an Stelle der Reiterlibelle auf die Zapfenenden der horizontalen Theodolitaxe aufgesetzt wird, während zwei auf den Lagerdeckeln der Axenzapfen des Theodolits aufrecht stehende Stifte *t* die Aufgabe haben, die aufgesetzte Bussole gegen jede unbeabsichtigte Kippbewegung zu sichern. Das Bussolenfernrohr *R* besitzt etwa zehnmalige Vergrösserung und ist mit seinem Objektivende bis ziemlich an die Spiegelfläche des Magnetsystems vorgeschoben; der Okularauszug zeigt die von Gauss angegebene Einrichtung zur Selbstreflexion eines Fadenpaares, dessen durch den Magnetspiegel reflektirtes Bild durch Drehen der Theodolitalhidade mit den direkt gesehenen Fäden zur Deckung gebracht wird. Um scharfe Fadenbilder ohne störende Glanzlichter zu erhalten, ist die obere Kathetenfläche des Beleuchtungsprismas *p* mit einem Blättchen Pausleinwand abgeblendet, welches unter die beiden dort vortretenden Schraubenköpfe geklemmt ist. Die Stellung des Bussolenfernrohrs zur Visirlinie des Theodolitfernrohrs kann durch die Wechselwirkung zweier Justirschrauben *ii* derart berichtigt werden, dass beide Visirlinien in dieselbe Vertikalebene zu liegen kommen oder parallel gerichtet sind. Der hierzu nöthige freie Durchblick durch die dem Bussolenfernrohr gegenüberliegende Kastenwand wird durch Beseitigung einer Verschlussschraube und Ausheben des Magnetsystems gewonnen. Die übrigen für Justirungszwecke an der Aufsatzbussole angebrachten und aus der Zeichnung genügend ersichtlichen Nebeneinrichtungen bedürfen für den Sachverständigen wohl keiner besonderen Erläuterung.

Damit die Spitzenreibung bei der Einstellung der Magnetrichtung sicher überwunden werde, ist es nothwendig, während der letzten feinen Einstellung der Fadenbilder durch Kratzen mit dem Fingernagel an dem geriefelten Rande der Klemmschraube der Fernrohraxe rasch aufeinanderfolgende schwache Erschütterungen des Magnetsystems hervorzubringen.

Soll die Magnetrichtung in einem Standort beobachtet werden, so ist der Theodolit daselbst zu horizontiren und die Richtung nach einer festen Marke, deren Azimuth bekannt ist (Orientirungslinie), am Kreise abzulesen. Hierauf wird das Deklinatorium aufgesetzt, die Magnetnadel sorgsam in den Schwingungskasten eingelegt und die Arretirvorrichtung mittels der Schraube *r* gelöst. Die Nadel wird nun von der Pinne getragen und kann durch Drehen der Theodolitalhidade zum Freischwingen gebracht werden. Ist dies erreicht, so schliesst man den Kastendeckel und bringt die Fadenbilder, sobald dieselben genügend zur Ruhe gekommen sind, zur Deckung. Schliesslich wird die Sperrvorrichtung wieder geschlossen und die Nonienstellung am Kreise abgelesen. Um den Einfluss der Spiegelkollimation zu beseitigen, wird eine zweite Beobachtung der ersten hinzugefügt, für welche das Magnetsystem umgelegt werden muss. Man öffnet zu diesem Zweck den Kastendeckel, hebt die Magnetnadel aus und legt sie, die obere Seite nach unten gekehrt, wieder auf die Sperrvorrichtung, worauf sich die Beobachtung der Magnetrichtung wie zuvor ausführen lässt. Die Differenz der Kreislesungen für beide Magnetlagen giebt den doppelten

Kollimationsfehler des Magnetspiegels; das arithmetische Mittel derselben ist die gesuchte Magnetrichtung. Diese Doppelbeobachtungen werden auf jeder Station mehrmals wiederholt; zum Schluss ist die Richtung der Orientirungslinie am Kreise wiederholt abzulesen. Wenn keine groben Beobachtungsfehler vorgekommen sind und am Instrumente alles in Ordnung war, so bleibt der Werth der Spiegelkollimation stets nahezu der gleiche. Hieraus ergiebt sich zugleich ein vorzügliches Prüfungsmittel für die Beobachtungsgenauigkeit, beziehungsweise für die Grösse der aus der Spitzenreibung entstehenden Einstellungsfehler des Magnetsystems. Es konnte nicht zweifelhaft sein, dass der mit unserer Spiegelbussole erreichbare Genauigkeitsgrad in Folge grösserer Reibungswiderstände des im Vergleich mit gewöhnlichen Kompassnadeln sehr schweren Magnetsystems ein verhältnissmässig geringer sein müsse. Gleichwohl liessen die mit dem Marinedeklinatorium von Neumayer gemachten Erfahrungen die Befürchtung allzu grosser Einstellungsfehler als unbegründet erscheinen. Indessen bestätigten die ersten Messungen mit unserm von Hildebrand & Schramm in Freiberg sehr sorgfältig gearbeiteten Instrumente diese guten Erwartungen nicht; es zeigten sich vielmehr in Folge von übergrosser Spitzenreibung so beträchtliche Einstellungsfehler, dass durch dieselben die Brauchbarkeit der Bussole geradezu in Frage gestellt war.

Um die Spitzenreibung auf ein weniger schädliches Maass zu bringen, wurde zunächst das Gewicht des Magnetsystems durch Beseitigung zweier Magnetlamellen und Wahl geringerer Dimensionen für die beiden noch verbleibenden von ursprünglich 28 *g* auf 10 *g* vermindert. Gleichwohl schien die hierdurch erreichte Einstellungsgenauigkeit von ± 1,5 Bogenminuten noch eine weitere Steigerung finden zu können, wenn das bisher verwendete Granathütchen der Nadel durch ein solches aus Saphir ersetzt wurde, da dieser Stein nicht allein einen wesentlich höheren Härtegrad (9) als Granat (7) besitzt, sondern auch eine weit feinere Politur annimmt. Der Erfolg entsprach der gehegten Erwartung, denn der Einstellungsfehler zeigte sich nach dem Einsetzen des Saphirhütchens auf ± 0,54 Bogenminuten reducirt. Als Material für die Pinne, auf deren Spitze sich die Nadel bewegt, war bisher Stahl verwendet worden, dessen Härte unter 6 war, da sie die des Adulars (Feldspaths) nicht erreichte. Man durfte sich deshalb eine weitere Verminderung des Reibungsfehlers von der Anwendung eines härteren Materials für die Pinnenspitze versprechen; deshalb wurden zwei neue Pinnen, die eine mit Osmium-Iridium-Spitze (Härte 6), die zweite mit einer solchen aus Iridium (Härte 7) hergestellt. Die mit diesen Spitzen ausgeführten Versuche hatten gleichfalls guten Erfolg, indem die Nadel auf der ersten den Einstellungsfehler ± 0,50, auf der Iridiumspitze dagegen einen solchen von nur ± 0,37 Bogenminuten zeigte.

Die Beobachtungen, welche zu den angegebenen Zahlenwerthen führten, bestanden darin, dass unter Verwendung der verschiedenen Spitzen der doppelte Kollimationsfehler des Magnetspiegels durch etwa zwanzigmaliges Umlegen der Nadel mit dem Theodolit gemessen wurde. Durch eine weitere Beobachtungsreihe, bei welcher der Spiegelmagnet, an einem Kokonfaden hängend, ebenfalls in beiden Lagen beobachtet wurde, ist zugleich der genaue Werth der doppelten Spiegelkollimation festgestellt worden. Die Differenzen dieser und der auf der Spitze beobachteten Kollimationsfehlerwerthe entsprechen offenbar zwei zusammentreffenden Einstellungsfehlern und sind sonach durch $\sqrt{2}$ zu dividiren, wenn man den Fehler einer Nadeleinstellung finden will. In dieser Weise sind die mitgetheilten mittleren Einstellungsfehler der Nadel bei den oben angegebenen Versuchen erhalten worden. Aus diesen

Beobachtungsergebnissen geht hervor, dass mit unserem aufsetzbaren Spiegeldeklinatorium mit Spitzenbewegung, wenn am Instrument alles in Ordnung ist, die absolute Magnetrichtung innerhalb einer Bogenminute genau beobachtet werden kann.

Neue nautische Instrumente.

Mitgetheilt von Prof. **E. Gelcich** in Lussinpiccolo.

Auf dem Gebiete des Kompasswesens sind in neuerer Zeit bedeutende Fortschritte gemacht worden. Nach dem Vorgange von Sir W. Thomson wurden verschiedene Neuerungen in der Konstruktion von Rosen angegeben, von denen die von Hechelmann und Ludolph viele Beachtung fanden. Neuerdings hat C. Plath in Hamburg zwei neue Konstruktionen angegeben, die allem Anscheine nach grosse Verbreitung erfahren dürften[1]).

Kompassrose von Plath, älteres Modell. Das Rosenblatt des älteren Modelles besteht gewissermaassen aus zwei Theilen; der eine Theil ist ein etwa 20 *mm* breiter Ring aus Marienglas, der für sich auf der oberen Seite mit dem entsprechenden Theil des bedruckten Rosenblattes überzogen ist, und auf dessen unterer Seite ein ebenso breiter Papierring am äussersten Rande angeklebt ist. Der zweite Theil ist das nur aus Papier bestehende Innere des Rosenblattes, welches zwischen dem Marienglasring und dem Papierring liegt und nur an einer einzigen Stelle an das Marienglas angeheftet ist, so dass dieses innere Blatt sich durch Temperatur- oder Feuchtigkeitseinfluss beliebig ziehen kann, ohne diese Aenderungen auf den Marienglasring zu übertragen. Das Kompasshütchen ist mit dem äusseren Ringe durch ein Kreuz verbunden; unabhängig hiervon ist ein Gestell, an welchem die aus je zwei dünnen Lamellen zusammengesetzten beiden Magnetnadeln ziemlich tief unter dem Rosenblatte befestigt sind, ebenfalls an den Rand angeschraubt. Kreuz und Gestell sind der Leichtigkeit wegen aus ganz dünnen Messingröhren hergestellt. Die Rosen fallen sehr leicht aus und funktioniren nach den von mir angestellten Versuchen sehr gut. Die bis jetzt versuchten Rosen hatten verschiedene Durchmesser, von 205 *mm* bis 280 *mm;* Rosen der letzteren Dimension wiegen 34 *g*.

Rose von Plath, neues Modell (1887). Beim neuen Modell ist das Gerüst der Rose aus einem ganz dünnen zu einem Kreis gebogenen Messingdraht gebildet, worauf die auf Pauspapier gezeichnete Rose befestigt ist. Zwei auf einander senkrechte, ebenfalls aus feinem Messingdraht bestehende Durchmesser dienen zur besseren Verbindung zwischen Rose und Ring und tragen gleichzeitig in ihrem Kreuzungspunkte das Hütchen. Die Nadeln stehen auch hier tiefer als der Hängepunkt. Diese Rose fällt so leicht wie irgend möglich aus, und wiegt bei 158 *mm* Durchmesser 7,2 *g*. Dadurch hat dieselbe allerdings ein sehr kleines Trägheitsmoment, weil der äussere Ring sehr dünn und verhältnissmässig leicht ist, allein ein zum Gewicht der Rose genügendes magnetisches Moment, um selbst bei geschwächter Richtkraft ein genaues Einstellen zu bewirken. Allerdings muss der Stein (Saphir) sehr fein polirt und die Spitze sehr scharf sein.

Das Fehlen des Gewichtes am Rande dieser Rose bewirkt nun selbstverständlich ein bedeutend rascheres Abnehmen der Schwingungen, falls die Rose aus ihrer Ruhelage abgelenkt wird; auch kommt sie in kürzerer Zeit zur Ruhe als die Rosen mit schwerem Rande; andererseits soll der Theorie nach eine Rose mit schwerem

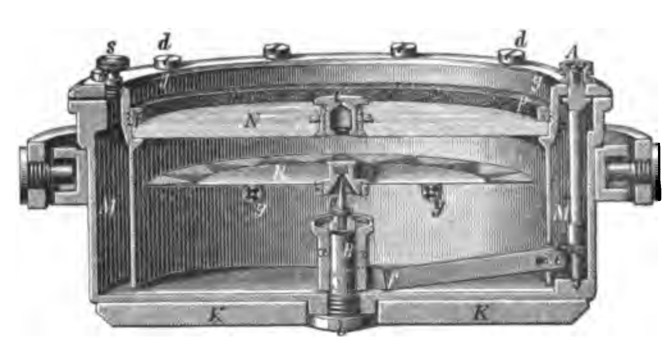
---

[1]) Die folgende Beschreibung ist nach Exemplaren verfasst, welche im Besitze des Verf. sind.

Rande nicht so leicht aus ihrer Lage gebracht werden können als eine solche mit leichtem Rande, und es wäre somit zu befürchten, dass das neue Modell leichter unruhig würde. Auf zwei Reisen nach London und nach Petersburg soll es sich jedoch auch bei schwerem Wetter vorzüglich bewährt haben.

Fast scheint es demnach, als ob es weniger auf ein grosses Trägheitsmoment, als auf ein zum Gewichte der Rose entsprechend grosses magnetisches Moment und namentlich auf die Fähigkeit schneller Dämpfung ankommt, um eine Kompassrose selbst unter ungünstigen Umständen mit Vortheil verwenden zu können. Immerhin sind über dieses neue Modell noch weitere Erfahrungen abzuwarten. Dass ein sehr gut schliessender Kompasskessel, sowie eine Feder unter der Pinne und grosse Sorgfalt der ganzen mechanischen Ausführung unerlässliche Bedingungen für ein gutes Funktioniren des Instrumentes sind, versteht sich von selbst.

Flüssigkeitskompass von H. und F. Müller in Triest, mit Vorrichtung zum Wechseln und Untersuchen von Pinne und Hütchen. Die unten durch den Bleikörper *K* beschwerte Kompassbüchse *M* (vergl. nebenstehende Figur) ist oben durch die Glasplatte *N*, den Kautschukring *pp* und den Metallring *gg* luftdicht verschlossen. Der Metallring wird durch zwölf Schrauben *d* mit der Büchse verbunden. Im Glasdeckel befindet sich das durch eine Schraube *C* gesperrte Loch zum Eingiessen der Flüssigkeit. Die Pinne *a* ist in den Körper *B* und dieser wieder in den Boden der Büchse eingeschraubt. Der Kopf *b* des Pinnenkörpers ist in den Boden des Gefässes luftdicht verschraubt. Als Kompassnadeln dienen vier dünne magnetisirte Cylinder *yy*, welche, wie in der Figur ersichtlich, mit einander verbunden sind. Zum Entlasten der Pinne dient die Schraube *A*, welche auf den Hebel *c* und dieser wieder auf den Hebel *ef* wirkt. Letzterer hebt den Cylinder *αα*, wodurch die Rose auf diesen Cylinder zu ruhen kommt. Die Untersuchung des Kompasses geht in folgender Weise vor sich. — 1. Untersuchung und Wechsel der Kompassspitze. Die Rose wird durch die Schraube *A* arretirt, bis das Hütchen den Verschluss erreicht. Hierauf kehrt man den Kompass um, schraubt die Spitzensäule *B* heraus, und untersucht sie oder wechselt sie eventuell um. Nach der darauffolgenden Wiedereinführung der Säule und Umkehren des Kompasses dürften nun Blasen entstehen. Um dieselben zu entfernen, befindet sich der Arretirschraube diametral gegenüber eine andere geränderte Schraube *s* (immer links vom Steuerstrich), die ganz herausgeschraubt werden muss. Ebenso entfernt man die Centralschraube *C*. Hält man jetzt den Kompass horizontal, so werden die Blasen verschwinden; sollten ganz kleine Reste übrig bleiben, so braucht man nur den Kompass leicht nach der einen und der anderen Seite gelind zu neigen, so dass auch die letzten Bläschen durch die Oeffnung im Glase entweichen. Danach werden die linke Schraube und die Centralschraube fest eingeschraubt und die Arretirschraube langsam gedreht, bis man stärkeren Widerstand fühlt; die Rose ist jetzt frei und der Kompass zum Gebrauche fertig. — 2. Nachsehen oder Wechseln des Hütchens. An Stelle der Central-



schraube wird ein sogenannter Reiseverschluss, eine einfache Schraube eingeschraubt. Man arretirt die Rose, ohne die Arretirschraube fest zu pressen und entfernt hierauf die Randschrauben *d*. Nun wird der ganze Deckel sammt Rose langsam herausgehoben. Den Deckel legt man auf die Seite (Glasscheibe vertikal), das Rosenhütchen fasst man mit einer Hand an der unteren Seite der Rosenfläche, während man mit der anderen die Arretirung nachlässt; so kann man jetzt die Rose behutsam herausnehmen, ohne irgendwo anzustossen. Ist die Untersuchung vollendet, so legt man die Rose ebenso behutsam zurück und zieht die Arretirung nicht ganz fest an. Beim Auflegen des Kompassdeckels ist darauf zu achten, dass das untere Ende der Arretirung in die entsprechende Führung im Kompassboden treffe und dass der Kartonzwischenring genau in seine ursprüngliche Lage zurückkomme.

Das Nachfüllen geschieht immer durch die Centralöffnung im Glasdeckel; die aus 2 Theilen destillirten Wassers und 1 Theil Alkohol bestehende Flüssigkeit soll das Niveau der oberen Glasfläche erreichen. Während des Nachfüllens muss die auf der linken Seite befindliche Schraube *s* selbstverständlich offen bleiben.

Rose von John Daniel in Liverpool. Dieselbe trägt 2, 4, 6 oder 10 Nadeln nach Belieben, deren Mittelpunkte jedoch nicht, wie bisher üblich, auf der Ost-West-Linie liegen, sondern die Hälfte derselben steht nördlich davon, die andere Hälfte südlich. Der Vortheil dieser Rosen, welche auf einigen transatlantischen Reisen grosse Stabilität gepaart mit grosser Empfindlichkeit aufwiesen, soll darin bestehen, dass die ungleichnamigen Pole von je zwei Nadeln auf einander wirken und die Richtkraft dieser letzteren somit vermehren.

Mechanische Dromoskope. In der Abhandlung über Kompasskompensationen und Kursverwandlungsapparate[1]) beschrieb ich die mechanischen Dromoskope von Paugger und Garbich, sowie das Dygogramm von A. Smith, welches eigentlich Anlass zur Erfindung dieser Instrumente gab. In neuerer Zeit hat der russische Linienschiffsfähnrich Krylow[2]) ein weiteres Instrument dieser Art angegeben. Bei der Besprechung des Dygogramms von Smith in der obenangeführten Abhandlung erwähnte ich eine Modifikation desselben, welche von dem russischen Capitän Colongue herrührt. In der einen oder in der anderen Form kann das Dygogramm nicht zur direkten Konstruktion eines Kursverwandlungsapparates dienen, sobald die wichtigste der einschlägigen Aufgaben diejenige bleibt, aus gegebenen Kompasskursen den magnetischen oder wahren Kurs zu finden. Colongue hat ferner noch eine weitere Umformung des Dygogrammes vorgeschlagen[3]), worauf eben Krylow sein neues Dromoskop basirt, welches gegenüber denjenigen von Paugger und Garbich sich durch bedeutend grössere Einfachheit der Konstruktion auszeichnet. Anstatt nämlich bei der Konstruktion des Diagramms die Richtung des magnetischen Meridians als konstant und den Kompasskurs als veränderlich anzusehen, wird umgekehrt die Kielrichtung des Schiffes als konstant und der magnetische Meridian als veränderlich betrachtet.

Abbe's *recording compass.* Von R. W. J. Abbe[4]) in New-York ist folgender Apparat zur Messung der Kursgeschwindigkeit und des Seeweges angegeben worden. Die Rose eines mit Glycerin gefüllten Flüssigkeitkompasses trägt auf einer von ihrem Mittelpunkte aufsteigenden vertikalen Axe eine kleine Scheibe, worauf 32 Hebel an-

[1]) *Diese Zeitschr. 1883, S. 342.* — [2]) *Revue marit. et colon.* Juliheft 1887, S. 75. — [3]) Fünftes Supplement zur Abhandlung über Kompassdeviationen von J. Belavenetz. St. Petersburg 1872 (in russischer Sprache). — [4]) *Scientific americain. 16. Juli 1887.*

gebracht sind, die den 32 Strichen des Kompasses entsprechen. Ein Uhrmechanismus bewirkt das Abrollen eines Papierstreifens von einer Walze, der sich gleichzeitig auf einem Cylinder aufwickelt. Alle 5 Minuten schlägt ein Hammer an die untere Fläche der Scheibe an und hebt so gerade jenen der 32 Hebel in die Höhe, welcher die Kielrichtung markirt. Jeder Hebel ist mit den Anfangsbuchstaben der bezüglichen Kursrichtung versehen, welch' letztere auf dem Papierstreifen abgedruckt wird.

Der Uhrmechanismus wird durch eine Schraube in Bewegung erhalten, die sich unter dem Kiel in einer eigenen Hülse angebracht befindet. Je grösser die Geschwindigkeit des Schiffes, desto rascher die Bewegung des Uhrmechanismus und desto grösser die Geschwindigkeit des abrollenden Papierstreifens. Hat man also einmal durch Experimente das Verhältniss der abgewickelten Papierlänge zur Fahrt bestimmt, so giebt erstere in der Folge auch den Betrag der letzteren an.

Um schliesslich auch die Abdrift (Seeweg) zu messen, ist die Hülse, welche die Schraube trägt, mit einem Flügel versehen, der immer nach der Richtung des Kielwassers orientirt bleibt. Versieht man also die Axe der Hülse mit einem Zeiger, so kann an einer getheilten Kreisscheibe auch die Abdrift abgelesen werden. Damit diese Drehung der Axe keinen Einfluss auf die Uebertragung der Schraubenbewegung ausübe, geschieht diese Uebertragung durch ein konisches Horizontalrad, in welches ein vertikales Kegelrad eingreift.

Instrument zur Positionsbestimmung durch Peilung terrestrischer Gegenstände von H. O. Rittenhouse[1] (*The navigator's position indicator*). Der Apparat besteht aus einem Stativ, welches oben einen getheilten Horizontalkreis und über demselben eine horizontale rechteckige Platte trägt, die um den Mittelpunkt des Kreises drehbar, durch Klemmschrauben feststellbar ist und als Kartentisch dient. Ein über den Rand des Horizontalkreises gleitender, am Kartentisch befestigter Index dient zum Einstellen. Das Instrument wird so aufgestellt, dass der Nullstrich des Horizontalkreises parallel der Kiellinie fällt. Zu dem Instrument gehören mehrere Peildiopter. Dieselben bestehen aus einem in der Mitte durchbohrten Cylinder; in der Durchbohrung befindet sich ein Fadenkreuz, welches zur Aufstellung des Cylinders auf den genauen Ort der Karte, bezw. auf das zu peilende Objekt dient; um den Cylinder dreht sich ein doppelt rechtwinklig gebogener Rahmen, dessen oberer Arm auf der Oberfläche des Cylinders drehbar und mit Peilvisir versehen ist, während der untere Arm dicht über dem Kartentische gleitet. Der Rahmen kann hoch und niedrig gestellt werden, damit beim Gebrauche mehrerer Diopter keine Störung eintritt. — Beim Gebrauch wird die Karte derart auf den Kartentisch gelegt, dass ihre Meridiane und Breitenparallele mit den an den Rändern des Tisches bezeichneten Linien parallel laufen, und nun der Kartentisch gedreht, bis der Meridian der Karte mit der Kielrichtung denselben Winkel bildet wie die Meridiane der Erde, d. h. man orientirt die Kartenmeridiane nach dem astronomischen Meridian. Die Diopter werden sodann auf die Karte gelegt, mit dem Fadenkreuz auf das zu peilende Objekt auf der Karte und hierauf auf das Peilobjekt am Lande gerichtet. Sind derart zwei oder mehrere Diopter eingestellt, so giebt ihr gemeinschaftlicher Schnittpunkt den Punkt auf der Karte, wo sich das Schiff befindet.

---

[1]) *Proceedings of the U. St. Naval Institute. Bd. XIII.* Annapolis 1887 und *Annalen der Hydrographie. Berlin 1888. Heft 1.*

Ueber Amontons' und Lambert's Verdienste um die Thermometrie.

Von

Dr. E. Gerland in Klausthal.[1])

In der Entwicklungsgeschichte des Thermometers schliesst mit den Arbeiten Amontons' und Fahrenheit's eine Periode rationeller und fruchtbarer Forschung ab, um einem wenig nutzbringenden Suchen nach neuen Skalen Platz zu machen. Erst Deluc's und Lambert's Arbeiten lenken wieder in die alten Bahnen ein. Während nun die Geschicklichkeit Fahrenheit's im Verfertigen von Thermometern und namentlich von Quecksilberthermometern, das Verdienst, das er sich durch Entdeckung der Abhängigkeit des Siedepunktes des Wassers vom Luftdruck und damit der Konstanz desselben erwarb, wohl bekannt sind, so kann man dasselbe keineswegs von Amontons' viel wichtigeren Arbeiten sagen. Das in Lambert's[2]) Munde gewiss schwer wiegende Lob, dass der französische Akademiker sich auf seine Arbeiten *„recht viel zu Gute halten konnte"*, obwohl sie *„vielleicht deswegen, weil sie zu schön und sehr wahr sind, Ungläubige vor sich fanden"*, ist ungehört verhallt und so weiss auch Poggendorff[3]) über diese Arbeiten nur zu sagen, dass Amontons „die Konstanz der Siedehitze des Wassers weder zuerst beobachtet, noch die Umstände erkannt hat, unter denen sie eigentlich konstant ist", trotzdem aber zu der Konstruktion des ersten wirklichen Luftthermometers mit seinen entschiedenen Vorzügen vor den früher angefertigten Wärmemessern gelangt sei. Auf die Ueberlegungen aber, die Amontons zu der Konstruktion dieses Instrumentes führten, geht er nicht ein und doch sind sie so merkwürdig und unsern modernen Anschauungen so nahe stehend, dass es sich wohl der Mühe verlohnt, die Arbeiten, die Amontons auf die Konstruktion des Luftthermometers brachten, sowie die, welche er mit demselben ausführte, etwas eingehender zu betrachten[4]).

Im Gegensatz zu der bald nachher allgemein angenommenen Ansicht, dass die Wärme ein Stoff sei, hielt sie Amontons für eine Art der Bewegung, welche von besondern *„parties du feu"* auf die Massentheilchen übertragen wird. *„Nous convenons facilement"*, sagt er in einer Abhandlung vom 18. April 1703[5]), *„que la chaleur est la cause generale de tous les effets et de toutes les productions, qui se font sur la terre et que sans elle tout n'y seroit qu'une masse sans mouvement même dans ses parties."* Wie man sich dies zu denken habe, hatte er bereits im Jahre 1702[6]) ausgeführt, wo er schrieb: *„D'ailleurs on ne peut gueres avoir d'autre idée des parties du feu, sinon qu'elles sont en un mouvement continuel et tres violent; et on ne peut non-plus concevoir, comment ces parties peuvent échauffer celles des corps les plus solides, qu'en supposant que par l'effort qu'elles font pour penetrer, elles leur communiquent une partie de leur mouvement."*

Welcher Art diese Bewegung ist, darüber spricht sich Amontons freilich genauer nicht aus. Man wird an eine schwingende zu denken haben, wie sie ja auch schon

[1]) Bei dieser Gelegenheit sei es mir gestattet, mit einer kurzen Bemerkung nochmals auf meine Arbeit über die Erfindung der Pendeluhr *(diese Zeitschr. 1888, S. 77)* zurückzukommen. Ich möchte auf Anregung des Herrn Dr. van Schaïk nachträglich betonen, dass ich in der Abhandlung des genannten Herrn über denselben Gegenstand *(diese Zeitschr. 1887, S. 350)* den Nachweis, das Galilei'sche Hemmungsprincip stehe höher als das ältere, welches Huygens adoptirte, um so weniger angegriffen habe, als ich in dieser Hinsicht ganz der Meinung van Schaïk's bin. — [2]) Pyrometrie oder vom Maasse des Feuers und der Wärme. Berlin 1779. S. 29. — [3]) Geschichte der Physik. Leipzig 1879. S. 511. — [4]) Vgl. hierüber meine Arbeit über denselben Gegenstand in der Festschrift des Vereins für Naturkunde in Cassel zur Feier seines fünfzigjährigen Bestehens. Cassel 1886. S. 62. — [5]) *Histoire de l'Acad. Roy. des Sciences. 1703. Paris 1705. S. 50.* — [6]) *Histoire etc.* 1702. S. 173.

Baco von Verulam, Cartesius und Newton zur Erklärung der Wärmeerscheinungen angenommen hatten. Von diesen Anschauungen ausgehend, tadelt er nun an den zu seiner Zeit gebräuchlichen Thermometern vor allem die höchst unsicheren Bestimmungen der festen Punkte. Zwar hatten die Mitglieder der *Accademia del Cimento* sich viele Mühe gegeben, hier Abhilfe zu schaffen; sie hatten die Konstanz der Temperatur des schmelzenden Eises, oder, was vor Fahrenheit's Entdeckung der Möglichkeit überschmolzenen Wassers für gleichbedeutend erachtet wurde, des frierenden Wassers entdeckt, ohne mit dieser Entdeckung etwas anfangen zu können, aber als Ausgangspunkte der Thermometerskalen galten doch noch die Temperaturen der grössten Winterkälte und Sommerhitze, deren Abstand die Mediciner in 4, die Physiker in 8 × 8 gleiche Theile theilten[1]). Diese fand aber Amontons mit Recht als völlig unzureichend. „*Ainsi*", sagt er[2]), „*un degré de Thermometre ne peut être comparé à aucun degré de chaleur, et n'en sçauroit être par consequent la mesure.*"

Hier war, bemerkt Amontons weiter, mit Hilfe der damals gebräuchlichen Alkoholthermometer keine Abhilfe zu schaffen, denn die zu grosse Masse des Alkohols nimmt viel zu langsam die Wärme auf. Man wird also wegen seiner grösseren Empfindlichkeit auf das Luftthermometer Galilei's zurückgreifen müssen, dabei freilich die Fehler, welche aus dem ungleichen Kaliber des die Flüssigkeit enthaltenden Rohres entspringen, zu vermeiden haben. Dies durch Glasröhren von gleichmässigerem Kaliber zu thun, erlaubte der Zustand der damaligen Glastechnik nicht, und so verwarf Amontons die bisherigen Thermometer ganz und konstruirte statt ihrer das erste Luftthermometer mit konstantem Volumen. Dasselbe bestand bekanntlich aus einem U-förmig gebogenen Rohre mit einem Schenkel von etwas über 45 *Zoll* Länge und einem kurzen, welcher in eine Kugel aufgeblasen war. Die Länge von über 45 *Zoll* aber wählte der französische Akademiker, weil er gefunden hatte, dass, wenn er den Apparat, dessen Kugel mit gewöhnlicher Luft unter einem Luftdruck von 28 *Zoll* gefüllt worden war, in siedendes Wasser setzte, er in den langen Schenkel eine Quecksilbersäule von 45 *Zoll* Höhe aufgiessen musste, um das Volumen der Luft seinem ursprünglichen gleich zu halten. In schmelzendem Eise betrug die Höhe der dazu nothwendigen Quecksilbersäule nur $23^1/_2$ *Zoll* und es stand mithin die Luft im ersten Falle unter einem Druck von $45 + 28 = 73$ *Zoll*, im zweiten unter einem solchen von nur $51^1/_2$ *Zoll*, wofür van Swinden in seiner grossen Vergleichstabelle von 27 Thermometerskalen 52 *Zoll* setzt[3]). Da nun Amontons[4]) bereits 1695 gefunden hatte, „*que de masses inégales d'air chargées de poids égaux augmentoient également la force de leur ressort par des degrez de chaleur égaux*, so war er nun leicht im Stande, eine Thermometerskale aufzustellen, welche nichts anderes war wie die Skale der absoluten Temperaturen.

Welche Bedeutung denselben zukam, hat Amontons ganz richtig eingesehen. „*Les degrés de chaleur*", sagt er[5]), „*c'est à dire la quantité des pouces et de lignes en hauteur de mercure que la chaleur fait soutenir au ressort de l'air; d'où il paroît que l'extrême froid de ce Thermometre seroit celui qui réduiroit l'air à ne soûtenir aucune charge par son ressort, cequi seroit un degré de froid beaucoup plus considerable que celui que nous tenons pour tres-froid.*" Er kommt somit ganz folgerichtig auch zur Definition des absoluten Nullpunktes.

---

[1]) Schwenter, *Deliciae physico-mathematicae* oder Mathematische und Philosophische Erquickstunden (Uebersetzung der *Recréations mathematiques* des Pater Leurechon). Nürnberg 1636. S. 455. — [2]) *Histoire etc. von 1702. S. 156.* — [3]) *Dissertation sur la comparaison des Thermomètres. Amsterdam 1778. Tableau und S. 142.* — [4]) *Histoire etc. von 1702. S. 156.* — [5]) *Histoire etc.* 1703. S. 52.

Ehe wir darauf näher eingehen, sei aber das andere wichtige Resultat, welches Amontons' Arbeiten ergaben, hervorgehoben, die Entdeckung des Gesetzes, welches nach Gay-Lussac genannt wird, welches dieser selbst aber Charles zuschrieb. Poggendorff[1]) bemerkt dazu, allerdings nur Fischers *Geschichte der Physik* citirend, dass das Princip Amontons' ganz gemäss unserer heutigen Gleichung

$$\frac{v'}{v} = \frac{P}{P'} \frac{1+\alpha t'}{1+\alpha t}$$

sei, wo v und v' die Volumina, P und P' der zugehörige Druck, t und t' die Temperaturen an der hunderttheiligen Skale gemessen und α den Ausdehnungskoefficienten der Luft bedeute; für $v = v'$ wird dann

$$\frac{P'}{P} = \frac{1+\alpha t'}{1+\alpha t},$$

von welcher Gleichung er freilich vermuthet, dass sie von dem französischen Physiker mehr vorausgesetzt als erwiesen sei. Wir haben gesehen, dass diese Vermuthung grundlos ist, dass vielmehr Amontons, soweit es die Experimentirkunst der damaligen Zeit überhaupt zuliess, den experimentellen Beweis für dies Gesetz beibrachte; hat er es ja doch aus seinen Versuchen erst abgeleitet. Die letzte Formel ist aber bekanntlich nichts anderes als das Gay-Lussac'sche Gesetz, da $1/\alpha + t' = T'$ = der absoluten Temperatur ist; Heller[2]) schreibt deshalb mit Unrecht die Entdeckung desselben Lambert zu.

Ebenso wie man nun jetzt das Luftthermometer nur zu Versuchen benutzt, welche äusserst sorgfältige Temperaturbestimmungen nöthig machen, namentlich aber zur Vergleichung der Angaben der Quecksilberthermometer, so beabsichtigte auch Amontons mit seinem Luftthermometer nichts anderes vorzunehmen und deshalb ist ihm aus der Schwierigkeit des Transportes seines Apparates kein Vorwurf zu machen. Wohl aber trifft sein Thermometer der andere, dass es nicht leicht war, ihm seiner ganzen Länge nach die nämliche Temperatur zu geben. Vor allem aber konnte der französische Physiker deshalb nach unsern Begriffen keine genauen Resultate erhalten, weil er die Abhängigkeit des Siedepunktes vom Luftdruck nicht kannte.

So war es nur gerechtfertigt, wenn Lambert Amontons' Versuche wieder aufnahm und verbesserte. Hinsichtlich des absoluten Nullpunktes sagt er[3]): „Nun ist der Grad der Wärme gleich Null eigentlich das, was man absolute Kälte nennen kann. Folglich ist bei der absoluten Kälte der Raum der Luft gleich Null oder so viel als Null. Das will also sagen: In der absoluten Kälte fällt die Luft so dicht zusammen, bis sich ihre Theilchen durchaus berühren oder bis sie so zu reden wasserdicht wird. Die Ausdehnung der Luft rührt also eigentlich von der Wärme her." Die von Amontons angenommene Skale ersetzte er durch eine bequemere, die er erhielt, indem er die Temperatur des Eispunktes gleich 1000 annahm. Für diejenige des vom Barometerstand unabhängigen Siedepunktes fand er dann 1375, oder wenn er die Ausdehnung des Quecksilbers in Rechnung zog, 1354. Diesen Werth aber änderte er endgiltig in den andern von 1370 ab, indem er auch die Ausdehnung des Glases berücksichtigte.

Es ist nun nicht schwer, aus den Resultaten Amontons' und Lambert's den Ausdehnungskoefficienten α der Luft für 1° der hunderttheiligen Skale und die

[1]) Poggendorff, a. a. O. S. 512. — [2]) Heller, Geschichte der Physik. II. S. 567. — [3]) Pyrometrie S. 29. — [4]) Ebenda S. 47.

Temperatur des absoluten Nullpunktes $= - {}^1/_\alpha$ in Graden derselben Skale zu berechnen. Aus Amontons' Beobachtungen folgt nach den Bestimmungen des von ihm gefundenen Gesetzes:

$$\frac{73}{51,5} = 1 + \alpha \,.\, 100\,, \qquad \alpha = \frac{21,5}{51,5\,.\,100} = 0,004175\,,$$

aus Lambert's Versuchen sofort:

$$\alpha = 0,00370$$ [1]),

anstatt des genauern Werthes:

$$\alpha = 0,003668.$$

Hiernach ergiebt sich für den absoluten Nullpunkt, dessen Temperatur jetzt zu — 272,8° der hunderttheiligen Skale angenommen wird, nach Amontons — 239,5°, nach Lambert — 270,3°. Die Gründe, warum der Werth Amontons' nicht sehr genau sein kann, haben wir bereits hervorgehoben. Doch ist seine Abweichung von dem heutigen viel geringer, als die anderer viel später berechneter Werthe desselben. So fand[2]) z. B. noch 1779 Crawford statt dessen — 821°, 1784 Gadolin — 777°, 1802 Dalton — 874,6° und 1812 gar — 3333°, Suckow nahm 1813 Gadolin's Resultat an, Benzenberg 1830 den Werth von — 755° und noch 1841 Muncke — 750°. Dagegen setzte 1808 Joh. Tob. Mayer den absoluten Nullpunkt auf — 266,25°, 1815 Clément und Désormes auf — 267,5° und 1819 auf — 266,66°, und in dem nämlichen Jahre Flaugergues auf — 261,25°. Von allen diesen Werthen kommt der von Lambert 1779 gefundene dem jetzt angenommenen bei weitem am Nächsten.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber das Ansetzen von Beizen zur Metallfärbung.

Von **B. Pensky** in Berlin.

Die zweckmässigsten Gewichts- und Maassverhältnisse, in denen die Ingredienzien der verschiedenen bei der Metalldekorirung benutzten Beizen gemischt werden, lassen sich im Allgemeinen nur angenähert angeben. In den meisten Fällen kommt es wesentlich auf den Gehalt der angewendeten Materialien an dem für den jeweiligen Zweck wirksamen Stoff an; diesen zu bestimmen oder selbst Verfälschungen zu erkennen, ist der Mechaniker selten in der Lage. Nichtsdestoweniger ist ein Festhalten an bestimmten Mischungsverhältnissen nicht minder wichtig als die Reihenfolge und die Art, in welcher bei gewissen Beizen, die aus mehr als zwei Materialien bestehen, diese zusammengemischt werden. Aus Missgriffen nach beiden Richtungen erklären sich oft schlechte Erfahrungen bei Anwendung derselben Bestandtheile, welche an anderer Stelle die besten Ergebnisse geliefert hatten. In sehr vielen Fällen lassen auch die Hilfsmittel der Chemie im Stich, da die chemischen Vorgänge bei den Umsetzungen, welche die Bildung der gefärbten Schichten bewirkt, meist noch nicht genügend erforscht sind; in diesen Fällen sind die Erfahrungen der Praxis allein maassgebend. Ich will in Folgendem zwei solcher von mir selbst gemachter Erfahrungen mittheilen. Dieselben betreffen zwei Arten von Metallfärbung, von denen wenigstens erstere die allgemeine Anwendung in mechanischen Werkstätten bisher nicht gefunden zu haben scheint, deren sie fähig und werth wäre.

1. Die blauschwarze Kupferbeize. — Dieselbe besteht aus einer Mischung von Kupfercarbonat und Ammoniak; sie erzeugt auf Messing, das heisst auf zinkhaltigen

---

[1]) Heller, a. a. O. S. 680, hält statt dessen den von Lambert selbst verworfenen Werth von 0,00375 fest. — [2]) Gehler's Phys. Wörterb. Neu bearb. X. S. 116.

Kupferlegirungen, deren Oberflächen frei von Oxyden beider Metalle sind, eine sehr schöne gleichförmige tiefblauschwarze Schicht, welche luftbeständig und nicht empfindlich gegen Beschädigungen ist, so dass sie eines Lacküberzuges nicht bedarf.

Man stellt die Beize her, indem man zu 0,75 l stärksten Aetzammoniak etwa 100 g Kupfercarbonat (kohlensaures Kupfer, $Cu\,C\,O_3$) fügt und durch Schütteln (des womöglich fest verschlossenen Gefässes) auflöst. Die Menge des angewendeten Kupfercarbonats muss für die verwendete Ammoniakflüssigkeit genügen, um einen Niederschlag — aller Wahrscheinlichkeit nach Kupferoxydhydrat — zu erzeugen, während in der Lösung sich kohlensaures Ammoniak, Kupferoxydammoniak und freies Ammoniak befindet.

Die so erhaltene Lösung wird mit etwa 0,25 l reinem Wasser verdünnt und ist in der Regel sofort zum Gebrauch fertig, erzeugt jedoch meist nach einigen Tagen eine dunklere und schönere Färbung als im Anfange. Man taucht die rein gefeilten oder gedrehten Gegenstände ohne besondere Vorbereitung hinein und lässt sie in der Flüssigkeit liegen, bis sie die gewünschte Farbe zeigen. Man hat nur darauf zu achten, dass nicht etwa Löthwasserflecke oder grobe Fingergriffe darauf sind. Fett verhindert nicht den Erfolg, aber verzögert ihn und macht die Beize unter Umständen schneller unbrauchbar, da bei der Verseifung des Fettes Ammoniak gebunden wird, und der Gegenstand zur Erzielung gleichmässiger Färbung länger in der Flüssigkeit bleiben muss. Gewalztes Blech und Draht, sowie gezogene Röhren, kurz Flächen, welchen durch mechanischen Druck Oxydschichten imprägnirt sind, erhalten in der Regel kein gleichförmiges Ansehen, und es genügt auch meist nicht die blosse Entfernung der äussersten Oberfläche durch Abschleifen mit Schmirgelleinen, da die mit Oxydtheilchen imprägnirte Schicht eine Dicke bis zu mehreren Zehntelmillimetern zu haben scheint. Bei polirten Blechen, die vor dem Durchgange durch die Feinwalzen gebeizt werden, dürfte der Grund für die veränderte Beschaffenheit der Oberfläche auch in der Zinkarmuth derselben, beziehungsweise in der Verschiedenheit des Zinkgehaltes an verschiedenen Punkten der Oberfläche zu suchen sein. Der Zinkgehalt der Metalllegirung ist nämlich Bedingung für die Bildung des dunklen Ueberzuges, weshalb beispielsweise Rothguss (Kupfer-Zinn) sowie Stellen, an welchen sich Zinnloth befindet, keinen Ueberzug erhalten.

Für eine gute Wirkung der Beize ist, wie bereits gesagt, ein Ueberschuss an Kupfersalz in der Lösung, ausserdem aber ein gewisser Durchschnittsgehalt an freiem Ammoniak erforderlich. Der Umstand, dass die Beize nach einiger Zeit bessere Wirkung erzielt, lässt darauf schliessen, dass das Vorhandensein von etwas Zink in der alkalischen Lösung die Wirkung verbessert. Dies ist aber wohl nur so lange der Fall, als die Beize im Stande ist, einen gleichförmigen Austausch des Zinks der zu färbenden Metalloberfläche gegen die dunkelgefärbte Schicht zu vermitteln. Ist viel Zink aufgelöst, so wird zwar auch noch eine tiefschwarze Schicht auf dem Metall gebildet; dieselbe vereinigt sich aber nicht innig mit der Metallfläche, sondern springt stellenweise und zwar vornehmlich an den Kanten ab.

Man kann die Beize noch verbessern und für einige Zeit verwendbar machen durch Zusatz von etwa $^1/_4$ frisch angesetzter unverdünnter Beize, nachdem man den schlammigen grauen Bodensatz, welcher sich durch den Gebrauch bildet, und welcher der Hauptsache nach aus Zink bestehen dürfte, abfiltrirt hat. Man bewahrt die Beize am Besten an einem möglichst kühlen Orte in einem hohen Glasgefäss mit abgeschliffenem Rande auf, welches man mit einer ebenen Glasplatte dicht abschliesst, sofern die zu beizenden Gegenstände nicht eine andere Gefässform nöthig machen.

2. Die stahlgraue Arsenikbeize. — Dieselbe verleiht den bearbeiteten Kupferlegirungen eine schöne dunkelstahlgraue Färbung, welcher man durch Lacküberzug eine beliebige Nüance geben kann. Die in England und Amerika gebräuchlichen geodätischen Instrumente sind fast ausnahmslos in dieser Weise dunkel gefärbt und auch deutsche Werkstätten wenden die Beize in grossem Maassstabe an, da sie bezüglich der Schönheit des Ansehens, Leichtigkeit der Handhabung und Zweckmässigkeit für Instrumente, welche mit-

unter auch im Sonnenschein gebraucht werden, vor allen andern Ausstattungsarten grosse Vorzüge hat. Ein auswärtiger Geschäftsfreund wünschte Gegenstände in bestimmter Weise gefärbt und gab mir das Recept für die Beize (1,0 *l* Salzsäure, 0,125 *l* Salpetersäure, 42,5 *g* Arsenik und 42,5 *g* Eisenspähne), fügte aber hinzu, dass er selbst keine guten Resultate damit erzielt habe. Die damit gebeizten Probestücke fielen genau dem Wunsche des Bestellers entsprechend aus und es stellte sich heraus, dass der frühere Misserfolg durch Zugiessen der Säuren zu dem Gemisch von Arsenik und Eisenspähnen herbeigeführt worden war. Dabei hatten natürlich die Säuren die Eisenspähne zunächst verzehrt und der Arsenik war grösstentheils unzersetzt geblieben. Man verfährt beim Ansetzen der Beize zweckmässig nur so, dass man die Säuren zusammenmengt, den Arsenik darin auflöst und schliesslich die Eisenspähne nach und nach zusetzt, welche unter Bildung von Eisensalzen die noch freie Säure neutralisiren.

Die Gegenstände müssen vor dem Eintauchen gut gereinigt und dann nicht wieder mit den Fingern angefasst werden, da die Spuren sofort als Flecken erscheinen. Die Reinigung erfolgt am vollständigsten, indem man die Gegenstände in warmem Wasser mit Seife bürstet, in warmem Wasser spült und dann gleich einhängt. Rohre werden am schönsten, wenn man sie auf der Drehbank mit Schmirgelpapier nachpolirt und dann sofort in die Beize bringt, in welcher die Gegenstände bleiben, bis die gewünschte Färbung eingetreten ist, was in etwa 5 Minuten erfolgt. Die Gegenstände werden mit weissem (farblosem) Spirituslack überzogen, nachdem man sie mit weichen Leinentüchern getrocknet hat.

Referate.

Ueber ein elektrochemisches Aktinometer.

Von M. Gouy und H. Rigollot. *Comptes Rendus.* ***106.*** *S. 1470.*

Verschiedene Physiker, so namentlich Ed. Becquerel, W. Hankel, Pellat, haben im Verlaufe des letzten Jahrzehnts nachgewiesen, dass oxydirtes oder mit basischen Salzen bedecktes Kupfer, wenn es in Wasser oder in eine Lösung von Kupfersulfat getaucht wird, unter der Einwirkung einer kräftigen Lichtquelle merkliche Variationen seines elektrischen Zustandes bezw. der elektromotorischen Kraft erleidet. Nach der vorliegenden Notiz haben die Herren Gouy und Rigollot ferner gefunden, dass namentlich das oxydirte Kupfer, wenn es in eine Chlorür-, Bromür- oder Jodür-Lösung getaucht ist, auch für Lichtstrahlen selbst der schwächsten Intensität empfindlich wird und daher als elektrochemisches Aktinometer verwendet werden kann.

Am Einfachsten nimmt man für diesen Zweck zwei Kupferlamellen, von denen die eine oxydirt, die andere aber metallisch rein ist, und taucht sie in eine gesättigte Meersalzlösung. In der Dunkelheit besitzt dieses Element eine elektromotorische Kraft von etlichen Hundertel *Volt*; dabei bildet die oxydirte Lamelle die positive Elektrode. Im Lichte, d. h. bei Bestrahlung vermehrt sich die elektromotorische Kraft; die oxydirte Kupferlamelle wird stärker positiv, die metallisch reine dagegen zeigt sich fast vollständig unempfindlich gegen das Licht. Der durch die Bestrahlung hervorgerufene Effekt ist von bemerkenswerther Regelmässigkeit; mit dem Eintritte der Bestrahlung zeigt sich die Wirkung des Lichtes auf den elektrischen Zustand ganz plötzlich und verschwindet mit dem Aufhören derselben ebenso schnell wieder. Bei offenem Kreise verursacht das gewöhnliche Tageslicht eine Variation der elektromotorischen Kraft von mehreren Hundertel *Volt,* die Sonnenstrahlen ungefähr eine solche von einem Zehntel. Selbst gewöhnliche Kerzen- oder Gasflammen üben noch einen bemerkenswerthen Effekt aus und zufolge eines orientirenden kurzen Versuches mit Einschaltung gefärbter Gläser, scheint der Apparat ebenso empfänglich für alle die verschiedenen Lichtstrahlen.

Um die oxydirte Lamelle zu präpariren, erhitzt man eine vorher gut gereinigte Kupferplatte sorgfältig über einem Bunsenbrenner solange, bis die Regenbogenfarben, die

sich anfänglich zeigen, durch eine gleichmässige, röthlich-braune Oxydulschicht ersetzt sind; bei der Abkühlung ist es dann von Vortheil, den Rücken der Lamelle mit etwas Paraffin zu decken. Die so präparirte Platte wird nun montirt und sie kann, ohne dass man irgend welche bemerkenswerthe Aenderung zu befürchten hätte, selbst mehrere Stunden im Tageslichte aufbewahrt werden. *M.*

Ueber die Selbstregistrirung der Intensität der Sonnenstrahlung.

Von A. Crova. Annales de Chim. et de Phys. VI. 14. S. 121.

Für die automatische kontinuirliche Messung, d. h. Registrirung der Intensität der unsere Erdoberfläche treffenden Sonnenstrahlung sind im Verlaufe der letzten Jahre die verschiedensten Apparate in Vorschlag gebracht worden und theilweise zur praktischen Ausführung gekommen. Seit mehr als drei Jahren beschäftigt sich auch A. Crova in Montpellier erfolgreich mit dieser wichtigen Aufgabe und man muss gestehen, wenn man alles erwägt, dass eine bessere, glücklichere Lösung, als dieser Forscher sie für die Registrirung der calorischen Energie der Sonnenstrahlen gegeben, zur Zeit noch nicht gefunden ist. Die ersten gelungenen und vielversprechenden Kurven erhielt Verfasser mit seinem Sonnenwärme-Autographen, über den in dieser Zeitschrift ja schon mehrfach *(1885, S. 442* und *1887, S. 400)* referirt worden ist, im Mai 1885. Seither war Crova unablässig bemüht, seinen Apparat zu verbessern und zu vervollkommnen; der obige Bericht, gleich wichtig für die Geschichte wie für die Praxis der Bemühungen, eine genaue Methode zur kontinuirlichen Aufzeichnung der direkten Intensität der Sonnenradiation zu finden, enthält die vollständige Beschreibung seines selbstregistrirenden Aktinometers, das in der jetzigen vollendeten Gestalt an der landwirthschaftlichen Schule zu Montpellier in Thätigkeit ist und von der Firma Duboscq & Pellin in Paris nach Crova's Angaben für meteorologische Institute zur Ausführung gebracht wird. — Die allgemeine Disposition des bekanntlich mit Hilfe von Thermoelement und Photographie kontinuirlich aufzeichnenden Aktinometers ergiebt sich aus Figur 1 (*A* Registrirapparat nach System Mascart mit Uhrwerk, Gazogène-Lampe und photographischem Rahmen, *B* astatisches Galvanometer mit den beiden die Empfindlichkeit desselben regulirenden Hilfsmagneten m_1 und m_2, *C* aktinometrischer Cylinder mit dem die Strahlung empfangenden Thermoelement).

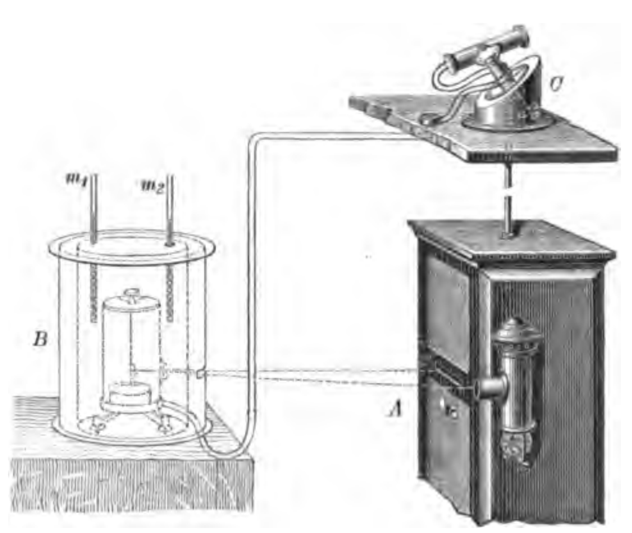


Fig. 1.

Wir heben zur Ergänzung der frühern Referate aus dem obigen Berichte kurz einige Hauptpunkte hervor: Schon die allerersten Versuche hatten Verf. zur Evidenz gezeigt, dass bei Benutzung der statischen Methode dann, und nur dann, die Schwankungen und oft sehr feinen, zeitlich sehr nahe aneinander liegenden Oscillationen in der Stärke der Sonnenstrahlung durch den registrirenden Apparat getreu wiedergegeben werden können, wenn die Bedingung erfüllt ist, dass der „Wasserwerth" (Produkt aus Masse und specifischer Wärme) des die Strahlung aufnehmenden calorimetrischen Körpers (d. h. die eine scheibenförmige exponirte Löthstelle des Thermoelements bei Crova's Apparat) so klein gewählt worden ist, dass er praktisch vernachlässigt werden darf. Die Erfüllung dieser Bedingung ist eine Kardinalfrage für ein leistungsfähiges, registrirendes Aktinometer

und deshalb hat auch Crova gerade auf diesen Theil seines Instrumentes die grösste Sorgfalt verwendet. Es ist ja klar, je grösser die Masse des thermometrischen Receptors ist, d. h. je länger es dauert, bis der stationäre Zustand eintritt, bei dem sich die Einstrahlung und die Wärmeabgabe der aktinometrischen Scheibe an das umgebende Medium paralysiren, um so mehr müssen sich auch die Feinheiten in der registrirten Kurve abschwächen bezw. abstumpfen. Um sich jener theoretisch geforderten Bedingung so viel als möglich zu nähern und zugleich die Empfindlichkeit des registrirenden Aktinometers durch Vergrösserung des Potentials der aktinometrischen Scheibe zu vermehren, hat Crova ein Eisen-Neusilber Thermoelement verwendet, dessen Scheibchen eine Gesammtdicke von bloss 0,2 *mm* und 10 *mm* Durchmesser besitzen; ihr ganzes Gewicht ist 0,333 *g* und ihr Wasserwerth nur 0,034 *g*. Die eine der Löthstellen empfängt die senkrechte, zu registrirende Sonnenstrahlung; die andere, parallel zur ersteren gestellt, befindet sich rückwärts im Schatten eines kleinen Aluminium-Doppelschirmes, der zur Abhaltung der Strahlung zwischen beide Löthstellen placirt ist. Um eine Hauptfehlerquelle zu umgehen bezw. zu eliminiren, nämlich das Thermoelement vor dem Einflusse der äussern Luftströmungen möglichst zu schützen, ist dasselbe nicht nur ganz im Innern eines Messingcylinders isolirt und centrisch eingespannt, sondern es befinden sich noch vor demselben eine Reihe circularer Diaphragmen (7 an der Zahl bei Crova's Apparat), welche die Sonnenstrahlen successive zu passiren haben; ihr Durchmesser variirt von 16,5 *mm* (dem äussersten) bis zu 4 *mm* (dem unmittelbar vor der receptirenden Löthstelle gelegenen). Durch diese Diaphragmen mit stetig wachsendem Durchmesser wird der Raum vor dem Thermoelement in eine Reihe separater Kammern abgetheilt, welche jede schädliche Einwirkung der äusseren, stets mehr oder minder bewegten Luft auf die innere, die Strahlung empfangende Fläche verhindern, wie Crova durch vielfache Versuche fand. Dasselbe Arrangement hat aber noch einen weitern Vortheil; je kleiner nämlich die Apertur des letzten unmittelbar vor der aktinometrischen Lamelle gelegenen Diaphragmas genommen wird, um so geringer ist auch der thermometrische Excess des bestrahlten Elementes, um so rascher tritt daher auch bei einer bestimmt grossen, wärmeabgebenden Oberfläche des letztern, der stationäre Zustand ein. Der Luftstrom, der bei bewegtem äusseren Medium aus der Umgebung successive in die verschiedenen Kammern eindringt, löst sich eben in kleine Wirbel auf, welche nach und nach seine Geschwindigkeit vollständig aufzehren, so dass das bestrahlte calorimetrische Element (die eine Löthstelle) hinter der letzten Luftkammer mit dem kleinsten Diaphragma sich daher in einem vollständig ruhigen Raume befindet. Es ist dies ein Kunstgriff, den schon Langley bei der Konstruktion seines bekannten Bolometers mit Vortheil verwendete (vergl. *„The bolometer and radiant energy“. Proceedings of the american Academy of arts and sciences, 16*).

Figur 2 (Durchschnitt) zeigt, wie das aktinometrische Element mit seinen Diaphragmen montirt ist (*pp'* Thermoelement, *aa'* Aluminium-Doppelschirm, *ff'* Enden der Leitungsdrähte). Der Messingcylinder mit dem Thermoelement und den sieben Diaphragmen befindet sich in einem weiten dünnwandigen, vernickelten Tubus. Das Ganze ist auf einem Support aequatoreal montirt und zur richtigen Einstellung auf die Sonne mit kleinem Stunden- und Deklinationskreis versehen; unmittelbar darunter ist die photographische Dunkelkammer, welche das Galvanometer und den eigentlichen Registrirapparat beherbergt. Das Laufwerk des letztern besorgt gleichzeitig neben der Bewegung des photographischen Streifens (1 *cm* pro Stunde) mit Hilfe von Gelenkstange und Trieb auch die nöthige Drehung des Aktinometercylinders, sodass derselbe, einmal richtig eingestellt, automatisch dem täglichen Laufe der Sonne nachfolgt. Das Uhrwerk wird jeden Tag mit Hilfe eines Chronometers nach wahrer Sonnenzeit regulirt.

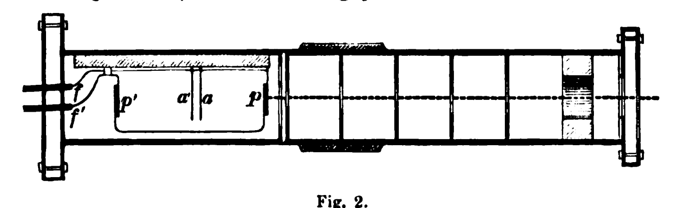


Fig. 2.

... der Witterung zu schützen, ist etwas seit... Zinkkasten angebracht, der sofort über das ... die Umstände erheischen.

...anometers erfordert ebenfalls besondere Vorsicht, ... das Thermoelement je nach der Stärke der auf... ...rnadel ertheilt. Das Galvanometer ist dem Einflusse ...ch entzogen, dass man dasselbe mit einem doppelten ...geben hat; entsprechende Oeffnungen in seiner Mantel... ...wendigen Lichtstrahl der Gazogène-Lampe durchdrin... zur Galvanometeraxe angebrachte Führungslöcher auf ... zur Aufnahme von zwei Hilfsmagneten m_1 und m_2 ... dem astatischen Nadelsystem jederzeit die gewünschte ..., welche durch die Dauer einer Schwingung gegeben ist. ... Beobachtungen mittels eines absoluten Aktinometers ...ung des Autographen, d. h. die Reduktion der Regi... (Calorien). Es genügt zu dem Zwecke, während des ...ungen vorzunehmen und sich dann gleichzeitig auf der ...nde Ordinate zu merken, indem man (in einiger Distanz) ... Moment eine brennende Kerze hält. Bei der nachherigen ... erhält man eine schwarze, das letztere durchziehende ...ment der Beobachtung ergiebt; die entsprechende Ordinate ... dem absoluten Aktinometer gefundenen Werth der Strah... ...hlten Momente. — Die mit diesem Autographen erhaltenen ... charakteristisch; durch eine kontinuirliche Zickzacklinie ist ... das rasche Schwanken[1]) der Intensität der Sonnenradiation ...einem Berichte die exacte Reproduktion einer am 29. Juli 1886 ... maximalen Werthe der Strahlungsintensität treten je nach der ... 11^h 30^m ein; gegen Mittag bemerkt man fast immer eine De... ... hebt sie sich wieder, um zuerst langsam, dann immer rascher ... zu fallen. Die Kurven sind daher gewöhnlich auch nicht symmetrisch ... Mittags. Die vormittägliche Hälfte ist regelmässiger, ihre Ordinaten ...cillationen geringer wie diejenigen des nachmittäglichen Theiles.

...eren zweiten Theile seiner Arbeit verspricht Crova die Berechnungs... ...ptresultate, die er bis jetzt durch diesen Registrirungsmodus erhalten ...stützt auf dieselben ist zweifellos noch über manche hochwichtige Fragen, ...rahlung in ihrer vitalen Beziehung zur Klimatologie und theoretischen ... in grosser Menge darbietet, Aufklärung zu erhoffen. Zu bedauern ist ... Montpellier der einzige Ort auf unserer Erde ist, an welchem diese fun... ...gen über die Intensität der Sonnenstrahlung regelmässig gemacht werden. ...gkeit halber bemerken wir noch, dass seit 1883 Crova an allen günstigen ... Aufzeichnungen des Intensitätsautographen) auch jeweils eine direkte Messung ... Sonnenstrahlung in absolutem Maasse am Mittage vornehmen lässt. Die ... Beobachtungen sind in den Publikationen der meteorologischen Kommission ... l'Herault enthalten; eine sehr wichtige und interessante Zusammenstellung ... der dreijährigen Beobachtungsergebnisse von 1883—85 von F. Houdaille ...heft 1887 des *„Annuaire météorologique de France"*. *J. Maurer.*

Der Radiograph, ein registrirendes und regulirendes Photometer.

Von L. Olivier, *Compt. Rend.* ***100.*** *S. 178 und* ***106.*** *S. 840.*

... Verf. misst die Aktion der Strahlen durch eine Lichtmühle, deren Flügel bei ...rehung an ein Zahnrad aus Aluminium schlagen und dadurch einen elektrischen

[1]) Während weniger Minuten erreicht die Variation oft 0,2 *Calorien* auch an ganz heitern Tagen.

Strom schliessen, der durch die beiden als Axen dienenden Stahlnadeln von aussen her eingeführt ist. Hierdurch kann selbstverständlich ein Zählwerk in Bewegung gesetzt werden; ja der Apparat kann selbstthätig die Einwirkung der Strahlen unterbrechen, wenn das Zählwerk bis an eine vorher befestigte Marke gekommen ist.

Verf. will den Apparat für die Zwecke der Photographie benutzen; die Einwirkung der Strahlen soll nicht mehr nach der Zeit, sondern nach der Anzahl der Umdrehungen der Lichtmühle regulirt werden. Dieser Gedanke ist recht interessant, doch steht seiner Anwendung in der Photographie manches entgegen. Lichtmühlen bleiben nicht konstant und sind wohl für Augenblicksbilder — wie der Verf. selbst anerkennt — zu langsam. Die photographische Platte wird nur von einer Seite her vom Lichte getroffen, die Lichtmühle von allen Seiten. Endlich wirken auf die Lichtmühle nicht nur die chemisch aktiven Strahlen, sondern auch alle übrigen Strahlen des Spektrums, zwischen welchen beiden Gruppen keine Proportionalität herrscht. Der Verf. will zwar in dieser Beziehung gute Erfahrung haben; nur bei wissenschaftlichen Untersuchungen, sagt er, sei es rathsam, durch einen Schirm die störenden Strahlen des Spektrums fernzuhalten. *Z.*

Teleskop für Sternphotographie.

Von Sir Howard Grubb. *Engineering.* **45.** *S. 402* und *von* Ranyard. *Observatory. 1888. S. 253.*

Von den zehn bis jetzt in Auftrag gegebenen Refraktoren, welche zur photographischen Aufnahme des Himmels nach dem Programm der vorjährigen astronomischen Konferenz zu Paris dienen sollen, sind drei bei Grubb in Dublin bestellt; von den übrigen sieben wird der optische Theil von den Gebrüdern Henry, die Montirung von Gautier in Paris besorgt werden. Im Folgenden sollen die bei den drei Grubb'schen Refraktoren in Anwendung kommenden, namentlich auf die Regulirung der Bewegung des Rohres bezüglichen sinnreichen Einrichtungen besprochen werden.

Die vier Hauptbedingungen, welche die als Aequatoreale aufzustellenden Teleskope erfüllen müssen, sind: 1) Das Rohr muss nach jedem Punkt des Himmels gerichtet werden können. 2) Es muss bei jeder Einstellung dem Uhrwerk möglichst genau und gleichmässig folgen. 3) Da die photographischen Aufnahmen aus verschiedenen Gründen am Besten in der Nähe des Meridians vorgenommen werden, so muss sich das Fernrohr, ohne einer Umlegung zu bedürfen, nach beiden Seiten vom Meridian ein gutes Stück bewegen lassen. 4) Es müssen Vorrichtungen getroffen sein, dass der Beobachter den Gang des Uhrwerks, und auch, ohne letzteren zu stören, eine nothwendig gewordene Aenderung der Einstellung vornehmen kann.

Besonders wegen der dritten zu erfüllenden Bedingung ist die sogenannte deutsche Aufstellungsweise des Aequatoreals gewählt worden. Während aber gewöhnlich die Polaraxe mit ihrem oberen Theil auf zwei senkrecht zu ihr gerichteten Friktionsrollen und nahe dem unteren Ende mit einem durch Abschrägung entstandenen Kranz auf einer vertikal stehenden Friktionsrolle ruht, liegt sie hier auf einer einzigen Friktionsrolle, die nahe dem oberen Ende gegen eine Abschrägung der Polaraxe gerichtet ist, eine Einrichtung, wie sie übrigens schon der grosse Pulkowaer Refraktor von Repsold hat. Nahe dem unteren Ende der Polaraxe befindet sich ein gezahnter Kreissektor, welcher durch das Uhrwerk bewegt wird und dadurch das Rohr immer nach derselben Stelle des Himmels gerichtet erhält. Da eine öftere Uebertragung durch Zahnräder leicht Unregelmässigkeiten in der Bewegung der Rohres hervorrufen könnte, so ist der Sektor durch eine nur zweimalige Uebertragung mit der vertikal stehenden Spindel des Centrifugalregulators verbunden. Dieser letztere besteht aus einer gusseisernen, am äusseren Ende dachförmig abfallenden Platte, auf welcher acht um Gelenke drehbare Gewichte liegen, die sich, wenn das Uhrwerk in Gang ist, von ihrer Unterlage heben. Geschieht die Rotation zu

rasch, so streift ein auf jedem Gewicht sitzender, durch eine Schraube höher und tiefer stellbarer Stift gegen einen über dem Regulator befindlichen Ring und mässigt dieselbe. Die Normalgeschwindigkeit beträgt 90 Revolutionen in der Minute, kann jedoch mit Hilfe von Federn, welche auf die Gewichte wirken, um die Hälfte gesteigert werden. Die Spindel trägt an ihrem unteren Ende eine Achatspitze, welche auf dem Rand einer excentrischen Scheibe ruht. Durch Drehung dieser letzteren wird der Regulator gehoben oder gesenkt und somit der durch den Ring gestattete Ausschlag für alle acht Gewichte gleichzeitig vermindert bez. vergrössert. Mit dem oberen Ende der Spindel hängt der Regulator an dem einen Arm eines Hebels, während der andere Arm durch eine starke Feder nach unten gezogen wird. Der Hebel trägt den bei weitem grösseren Theil des Gewichtes des Regulators nämlich 23 von 25 *engl. Pfund*, so dass die Achatspitze nur einen Druck von 2 *Pfund* auszuhalten hat.

Aeusserst interessant und sinnreich ist die Vorrichtung zur Kontrolirung und zur eventuellen Korrektion des Ganges des Uhrwerks. Ein Zurückbleiben oder Vorauseilen des Fernrohres um 0,1 Sec. würde bei den Sternen 12. Grösse schon eine merkliche Verzerrung des Scheibchens bewirken. Da aber die photographische Aufnahme sich bis auf die Sterne 14. Grösse erstrecken soll, so sucht Grubb den Fehler in der Bewegung des Fernrohres innerhalb 0,05 Sec. zu halten. Es würde jedoch nicht genügen, den falschen Gang des Getriebes einfach zu berichtigen, weil dann das Fernrohr nicht mehr nach derselben Stelle des Himmels gerichtet wäre wie vorher, sondern es muss auch der verlorene oder gewonnene Gang wieder ausgeglichen werden, damit die Einstellung des Rohres die ursprüngliche wird.

Um die Welle, welche das Uhrwerk mit dem oben erwähnten Kreissektor verbindet, in eine zur Korrigirung der Bewegung des Fernrohres erforderliche raschere oder langsamere Umdrehung versetzen zu können, ist dieselbe aus drei in einander greifenden Theilen hergestellt, die sich in der Regel mit einander drehen, aber auch, wenn nämlich die Bewegung des Fernrohres korrigirt werden soll, unabhängig von einander bewegen können. Der dem Uhrwerk zunächst liegende Theil der Welle erhält natürlich seine Geschwindigkeit von diesem. Soll nun die Bewegung des Rohres etwa beschleunigt werden, so wird der zweite Theil der Welle durch ein System theils durch Reibung theils durch Zähne mit einander verbundener Räder zu einer rascheren Rotation veranlasst, an der nun auch das dritte nach dem Fernrohr zu liegende Stück der Welle Theil nimmt. Soll dagegen die Bewegung des Rohres verlangsamt werden, so gehen der erste und der zweite Theil der Welle mit einander und die Bewegung des dritten Theiles wird durch ein ganz gleiches System von Rädern gegen die des zweiten verzögert. In Thätigkeit wird ein solches Rädersystem gesetzt dadurch, dass ein zu ihm gehöriges, auf der Welle sitzendes und durch Reibung für gewöhnlich sich mit ihr drehendes Sperrrad zum Stillstand gebracht wird, worauf wir gleich zurückkommen werden.

Zur Kontrole des richtigen Ganges des Uhrwerks dient eine elektrische, von Dr. Gill, dem Direktor der Kap-Sternwarte erfundene Vorrichtung. Auf dem als dritten Theil oben bezeichneten Stück der Welle sitzt eine Hartgummischeibe, welche auf ihrem Rande drei Reihen von Kontaktstücken trägt. Auf jeder der drei Reihen schleift eine Feder, so zwar, dass abwechselnd von jeder Reihe ein Kontaktstück mit einer Feder in Verbindung steht. Jedes einzelne Kontaktstück ist mit einem seitlich von der Scheibe befindlichen Messingring, auf dem ebenfalls eine Feder schleift, leitend verbunden. Ist der Gang des Uhrwerks richtig, so geht bei dem alle Sekunden durch die Kontroluhr erfolgenden Stromschluss der elektrische Strom durch eines der mittleren Kontaktstücke; hat der Gang aber eine Beschleunigung oder Verzögerung erfahren, so nimmt der elektrische Strom durch eines der seitlichen Kontaktstücke seinen Weg. Die von den drei Kontaktfedern ausgehenden drei Leitungen führen zu einem aus drei Elektromagneten bestehenden Relais. Ist der Strom durch ein mittleres Kontaktstück gegangen, so tritt der mittlere dieser drei Elektromagnete in Thätigkeit, indem er einen ihm gegenüberstehenden Hebel in seiner mittleren

Lage erhält. Ging der Strom jedoch durch ein äusseres Kontaktstück, so kommt einer der beiden anderen Elektromagnete zur Wirkung und zieht den Hebel aus seiner mittleren Lage nach rechts bez. links. Dadurch wird aber wieder ein anderer elektrischer Strom geschlossen, welcher nunmehr das zur Regulirung dienende Rädersystem in Thätigkeit setzt, indem er eines der beiden oben erwähnten Sperrräder zum Stehen bringt.

So genau aber auch das Uhrwerk gehen und das Fernrohr demselben folgen mag, so muss doch von Seiten des Beobachters die Einstellung des Fernrohres öfters kontrolirt und berichtigt werden. Denn erstlich wird in Folge der während der Aufnahme sich ändernden Höhe auch der Betrag der Refraktion sich ändern, dann können aber auch, wenn das Fernrohr in eine andere Lage kommt, leicht andere Biegungsverhältnisse auftreten. Dieses Eingreifen des Beobachters kann aber nur zwischen der elektrischen Kontrolvorrichtung und dem Fernrohr geschehen, da sonst, etwa bei Benutzung der zwischen dem Kontrolapparat und dem Uhrwerk befindlichen Korrektionsvorrichtung, jede vom Beobachter vorgenommene Aenderung der Einstellung durch den Kontrolapparat bemerkt und wieder aufgehoben werden würde. Grubb bringt daher auch auf der andern Seite vom Kontrolapparat eine der ersten genau gleiche Korrektionsvorrichtung an, welche jedoch nicht automatisch, sondern vom Beobachter in Thätigkeit gesetzt wird. Die Welle besteht daher mit diesen Abtheilungen eigentlich nicht aus drei, sondern aus fünf Theilen.

Grubb hofft mit seinen Refraktoren gut definirte Bilder innerhalb einer Fläche von 9 Quadratgraden auf der Platte zu erhalten.

Auf eine einfachere Weise als Grubb sucht Ranyard bei seinem Aequatoreal den von der Kontrolvorrichtung oder vom Beobachter aufgefundenen Einstellungsfehler zu korrigiren. Er lässt nämlich den vom Relais bewegten Hebel nicht erst wieder einen Strom schliessen, sondern direkt die Rotationsgeschwindigkeit des Regulators beschleunigen oder verlangsamen durch Verminderung oder Vermehrung eines von letzterem zu überwindenden Reibungswiderstandes. *Kn.*

Vergleichung der *Toise du Pérou* mit dem internationalen Meter.

Von C. Wolf und J. R. Benoît. *Compt. Rend.* ***106.*** *S. 977.*

Die Untersuchungen, welche über die Authenticität des als *Toise du Pérou* angesehenen Maassstabes und über den gegenwärtigen Zustand desselben geführt sind, haben mehrfach Veranlassung zu Mittheilungen an unsere Leser gegeben *(diese Zeitschr. 1883 S. 64, 1886 S. 284).* An der letzteren Stelle konnten wir mittheilen, dass es den unablässigen Bemühungen C. Wolf's gelungen war, die bisher bezweifelte Echtheit des als *Toise du Pérou* ausgegebenen Stabes mit grosser Wahrscheinlichkeit zu beweisen. Es blieben aber noch Zweifel über den gegenwärtigen Zustand der Toise übrig, bezw. darüber, ob die jetzige Länge des Stabes noch als identisch mit der früheren angesehen werden könne. Diese Zweifel gründeten sich vornehmlich auf die von Pariser Gelehrten ausgegangenen Gerüchte über sorglose Aufbewahrung und fahrlässige Behandlung der ehrwürdigen *Toise du Pérou.* Eine gründliche Untersuchung über diesen Zweifel hatte nicht allein historisches Interesse, sondern mit Rücksicht auf den zur einheitlichen Bearbeitung vieler Gradmessungen so dringend wünschenswerthen Anschluss des altfranzösischen Maasssystems an das neue internationale Meter eine erhebliche praktisch-wissenschaftliche Bedeutung. Es muss daher mit Dank begrüsst werden, dass auf Vorschlag von Prof. W. Foerster eine Vergleichung der *Toise du Pérou* mit dem neuen Meter stattgefunden hat; dieselbe ist von J. R. Benoît, dem bekannten Mitgliede des *Bureau international des Poids et Mesures* vorgenommen worden und zwar ist die Toise an den Zwei-Meter-Etalon der genannten internationalen Behörde angeschlossen.

Wie die Leser sich aus unsern früheren Mittheilungen erinnern wollen, ist die Länge der *Toise du Pérou* doppelt definirt, erstens durch die ebenen Endflächen zweier Absätze, welche bis zur Hälfte der Breite des Stabes gehen, zweitens durch zwei Punkte, die auf der Oberfläche des Stabes in der Verlängerung der Kanten der Absätze liegen und

-noben Theilung des Stabes als Ausgangs- und Endpunkt dienen; die
-hl End- als auch Strichmaass. Demgemäss hat Benoît auch eine doppelte
-nge derselben mittels des Zwei-Meter-Komparators des internationalen
-enommen.

-urde der Ausdehnungskoefficient des Stabes bestimmt. Hierzu wurden
-he des Stabes, nahezu in der Mittellinie desselben, in der Verlängerung
-r Absätze, an jedem Ende drei feine Transversal-Linien eingeritzt und
-selben bei verschiedenen Temperaturen mittels des Komparators be-
-ungen wurden im August 1887 bei + 18,87°, im December desselben
C. vorgenommen. Als Ausdehnung ergab sich pro 1° C. für die Länge
Betrag von 11,56 μ, genau derselbe Werth, den Borda seinerzeit er-

Bestimmung der Länge der *Toise du Pérou* als Endmaass auszuführen,
-rne Kontaktstücke von der Dicke der Toise anfertigen, welche an dem
-ndrisch abgedreht waren. Dieselben gingen durch Führungen und wurden
-der an die Endflächen der Toise, behufs Herbeiführung einer innigen Be-
-drückt; die Berührung fand etwa 1 *Linie* von der inneren Begrenzung der
auf beiden Flächen (Ober- und Unterfläche) der Kontaktstücke befanden
-riche, so dass also das Endmaass der Toise durch die Kontaktstücke in ein
verwandelt war. Solcher Kontaktstücke wendete Benoît vier an, mittels deren
-binationen herstellen liessen, deren Anzahl durch Umdrehen der Toise ver-
-en konnte. Zunächst wurden die Konstanten der Kontaktstücke bestimmt, d. h.
-ungen der Striche, wenn je zwei sich mit den cylindrischen Flächen berührten,
-r einen Lage der Toise zwölf Kombinationen der Kontaktstücke auf dem
-r beobachtet, hierauf wieder die Konstanten der Stücke ermittelt, danach die
-elegt und nochmals die zwölf Kombinationen durchgemessen und endlich noch
-e Konstanten der Kontaktstücke bestimmt. Die Messungen fanden bei Tempe-
-on + 19,6° bis + 20,5° statt und wurden auf + 20,0° reducirt. — Der Messung
-nlänge als Strichmaass stand der Umstand hindernd im Wege, dass die beiden
-e definirenden ziemlich grossen und unregelmässigen Punkte nicht scharf genug
werden konnten. Benoît bediente sich daher, um diesem Uebelstande zu begegnen,
dreifüssiger Stative aus Eisen, von denen je ein Fuss in eine Spitze auslief,
-lchen sie möglichst in die Mitten der beiden Punkte gestellt wurden, während auf der
-latte des Statives senkrecht über dieser Spitze ein feiner Strich angebracht war.
-ntfernung dieser Striche wurde mittels des Komparators bestimmt; nach jeder Messung
-en die Stative vertauscht, um den Fehler zu eliminiren, der aus der nicht völlig
-rechten Lage der Striche zu der Spitze des im Endpunkte der Toise ruhenden Fusses
-te. Mit Hilfe von vier Stativen liessen sich wieder in jeder Lage der Toise zwölf
-binationen herstellen. Die Messungen wurden gleichfalls auf + 20,0° C. reducirt.

Aus diesen Untersuchungen ergaben sich folgende Resultate:

Länge der *Toise du Pérou* bei 20,0° C.:	Endmaass:	1949,178 *mm*
	Strichmaass:	1949,086 „
	Differenz	0,092 *mm*

Auf + 16,25° C. (= + 13° R., der Vergleichstemperatur der *Toise du Pérou*) reducirt, wird

die Länge des Endmaasses	1949,093 *mm*
„ „ „ Strichmaasses	1949,001 „

Nach der Definition des legalen Meters soll die Länge der Toise 1949,040 *mm* betragen; danach würde die *Toise du Pérou* als Endmaass 53 μ zu gross, als Strichmaass 39 μ zu klein sein. Die Differenz zwischen der Toise als Endmaass und als Strichmaass im Betrage von 92 μ entspricht der Genauigkeitsgrenze, welche La Condamine für seine Vergleichungen zu etwa $^1/_{25}$ *Linie* angiebt; entsprechend seinen Hilfsmitteln konnte daher

La Condamine beide Längen als vollkommen gleich ansehen. Ebenso ist der Unterschied zwischen der Toise als Endmaass bei + 13° R. und dem internationalen Meter im Betrage von 0,01 *Linie* innerhalb der Genauigkeitsgrenze der Messungen Borda's, welche derselbe zu $^1/_{116}$ *Linie* angiebt.

Gegen die Untersuchungen Benoît's liesse sich vielleicht einwenden, dass die Bestimmung der Toise als Endmaass nur an einer Stelle der Absätze vorgenommen worden sind, während frühere Messungen Wolf's (vgl. *Ann. d. Chim. et de Phys. 1881, Januar-Heft; diese Zeitschr. 1883, S. 69*) ergeben hatten, dass die Endflächen nicht vollkommen senkrecht zur Mittellinie der Toise sind.

C. Wolf schliesst aus den Messungen Benoît's, dass die Zweifel über die Erhaltung der Länge der *Toise du Pérou*, welche in älterer und neuerer Zeit erhoben worden sind, als vollständig beseitigt anzusehen seien; er sagt: *Ma conviction est que nous possédons la toise du Pérou dans l'état même, quant aux surfaces terminales, où elle est sortie des mains de Langlois en 1735.*

Glücklicherweise ist durch die Einrichtungen des internationalen Maass- und Gewichts-Bureaus dafür gesorgt, dass sich betreffs der Aufbewahrung und Erhaltung solcher für die wissenschaftlichen und praktischen Messungen aller Völker unentbehrlichen Grundlagen in der Zukunft Zweifel nicht mehr erheben können. *W.*

Neuer Quecksilberhorizont.

Von Périgaud. *Compt. Rend.* ***106.*** *S. 919.*

Die Bestimmung des Nadirpunktes eines Meridian- oder eines Vertikalkreises mit Hilfe eines künstlichen Horizontes ist auf Sternwarten, welche vom Strassenverkehr nicht weit abseits liegen, in Folge der Erschütterungen des Bodens oft erschwert oder unmöglich gemacht. Gautier in Paris schlug vor einigen Jahren (vgl. *diese Zeitschr. 1886 S. 178*) vor, den künstlichen Horizont nicht direkt auf den Boden zu stellen, sondern erst wieder in einem andern mit Quecksilber gefüllten Gefäss schwimmen zu lassen, wodurch allerdings eine etwas grössere Ruhe der Bilder erzielt wird. Eine Modifikation dieses Gautier'sche Horizonts schlägt neuerdings Périgaud vor.

Im Innern einer Schale befindet sich eine vom Rande derselben etwa 5 *mm* abstehende Metallplatte, welche mittels der drei Fussschrauben der Schale horizontal gestellt wird. Durch eine Druckschraube wird aus einem Reservoir Quecksilber in eine die Metallplatte umgebende Rinne gedrückt, bis es die Platte vollständig bedeckt. Sodann dreht man die Schraube wieder zurück; die über der Platte liegende Quecksilberschicht wird in Folge dessen dünner und dünner und lässt sich auf ein ganz zartes Häutchen reduciren, welches, wenn das Quecksilber von Staub frei ist, durch die Kohäsion vor dem Zerreissen bewahrt wird und ein gutes Bild des Fadenkreuzes liefert.

Der Hauptfehler dieses künstlichen Horizontes besteht offenbar darin, dass die Horizontalität bei demselben nichts weniger als verbürgt ist. Wenn die Quecksilberschicht sehr dünn ist, wird sie die Neigung der Platte annehmen. Diese soll allerdings horizontal gestellt werden, aber doch wohl nicht auf die Sekunde oder das Zehntel der Sekunde genau? Ferner werden sich die Erschütterungen des Bodens getreulich den Bildern dieses künstlichen Horizontes mittheilen. Die Périgaud'sche Modifikation des künstlichen Horizontes dürfte daher eher eine Verschlechterung als eine Verbesserung bedeuten. *Kn.*

Neu erschienene Bücher.

Die Prismentrommel. Von Dr. O. Decher. Zweite Auflage. München 1888.

Die Prismentrommel besteht aus zwei gleichschenklig rechtwinkligen dreiseitigen Glasprismen, von welchen das obere am Deckel eines cylindrischen Gehäuses fest geschraubt ist, während das untere auf einer verdrehbaren Kreisscheibe sitzt; dadurch ist ermöglicht, die Prismen in verschiedene gegenseitige Lagen zu bringen und darauf beruht die An-

wendung dieses von Dr. Decher in die geodätische Praxis eingeführten Instrumentes, welches von der optischen Anstalt von Reinfelder & Hertel in München bezogen werden kann. Ist der Winkel, den die Hypotenusenflächen der beiden Prismen mit einander einschliessen, $90 \pm \delta$, so ist durch das Instrument ein konstanter Winkel $w = 180 \pm 2\,\delta$ gegeben; da nun der geometrische Ort aller jener Punkte, für welche zwei gegebene Punkte unter einem konstanten Winkel erscheinen, ein Kreisbogen ist, der durch diese beiden Punkte geht, so gestattet also die Prismentrommel auf Grund der gegebenen Bestimmungsstücke eines Kreisbogens Punkte desselben abzustecken.

In der vorliegenden Schrift werden nebst der Beschreibung und Theorie des Instrumentes die verschiedenen Methoden zur Kreisbogenabsteckung, sowie die weiteren Anwendungen der Prismentrommel in sehr ausführlicher und übersichtlicher Weise behandelt; bezüglich der einzelnen Arbeiten muss auf dieselbe verwiesen werden. *Lr.*

Physikalische Einheiten und Konstanten. Von J. D. Everett. Nach der 3. engl. Ausgabe deutschen Verhältnissen angepasst durch Dr. P. Chappuis und Dr. D. Kreichgauer. Leipzig 1888. J. A. Barth. M. 3,00.

Der Zweck des vorliegenden Werkes ist es, das quantitative Studium der Physik durch Beispiele zu erleichtern. Die Beziehungen der Kraftäusserungen der einzelnen Zweige der Naturerkenntniss werden unter Zugrundelegung des C.-G.-S.-Systems und an der Hand der durch die neuesten Forschungen ermittelten Konstanten durch zahlreiche Beispiele erläutert. Die deutsche Ausgabe hat das Werk seines ausschliesslich englischen Charakters entkleidet, indem besonders statt der englischen Maasse das Metermaass eingeführt und die neuesten Untersuchungen allgemeiner berücksichtigt wurden.

Das Buch vermittelt dem angehenden Physiker in seinen zahlreichen Anwendungsbeispielen den quantitativen Zusammenhang der verschiedenen Naturkräfte und wird auch dann seinen Werth behalten, wenn die benutzten Konstanten theilweise durch neuere Untersuchungen veraltet sein werden. *W.*

G. Conz. Lehrbuch der Perspektive. Stuttgart. M. 5,00.

Fr. Kreuter. Das neue Tacheometer. 2. Aufl. Brünn. Winiker. M. 2,00.

R. H. Scott. Instruction in the use of meteorological instruments. London. M. 2,80.

H. Meidinger. Geschichte des Blitzableiters. Karlsruhe. M. 6,00.

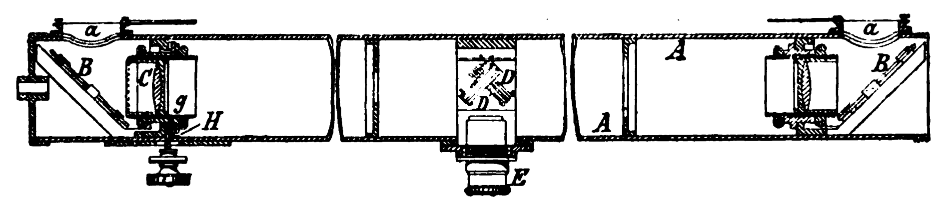
Beschreibung der in der Reichs-Telegraphenverwaltung gebräuchlichen Apparate. Berlin. M. 10,00.

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Entfernungsmesser. Von W. H. M. Christie in Greenwich. No. 43380 vom 28. August 1887.

Bei der Messung werden die Oeffnungen *a* des Rohres *A* gegen das Objekt gerichtet, dessen Entfernung gemessen werden soll, und das eine, normal zur Rohraxe mit seiner Fassung *g* verschiebbare Objektiv *C* mittels der Mikrometerschraube *H* so weit von seiner Anfangslage ent-



fernt, bis die in den geneigten, übereinander stehenden Spiegeln *D* erscheinenden Halbbilder des Objekts, die durch das Okular *E* beobachtet, durch die Spiegel *B* und die Objektive erzeugt werden, sich vereinigen. Aus der Grösse der hierzu nöthigen Verschiebung des Objektivs *C* bezw. der Schraube *E* wird die Entfernung ermittelt.

La Condamine beide Längen als vollkommen gleich ansehen. Ebenso zwischen der Toise als Endmaass bei $+ 13^{\circ}$ R. und dem international von 0,01 *Linie* innerhalb der Genauigkeitsgrenze der Messungen Bord zu $^{1}/_{116}$ *Linie* angiebt.

Gegen die Untersuchungen Benoît's liesse sich vielleicht ein stimmung der Toise als Endmaass nur an einer Stelle der Absätze sind, während frühere Messungen Wolf's (vgl. *Ann. d. Chim. et de Pl diese Zeitschr. 1883, S. 69)* ergeben hatten, dass die Endflächen nicht zur Mittellinie der Toise sind.

C. Wolf schliesst aus den Messungen Benoît's, dass die Zw der Länge der *Toise du Pérou*, welche in älterer und neuerer Ze als vollständig beseitigt anzusehen seien; er sagt: *Ma conviction toise du Pérou dans l'état même, quant aux surfaces terminales, où Langlois en 1735.*

Glücklicherweise ist durch die Einrichtungen des internation Bureaus dafür gesorgt, dass sich betreffs der Aufbewahrung und wissenschaftlichen und praktischen Messungen aller Völker unen der Zukunft Zweifel nicht mehr erheben können.

Neuer Quecksilberhorizont.

Von Périgaud. *Compt. Rend.* **106.** *S.*

Die Bestimmung des Nadirpunktes eines Meridian- od Hilfe eines künstlichen Horizontes ist auf Sternwarten, welc weit abseits liegen, in Folge der Erschütterungen des Bodens gemacht. Gautier in Paris schlug vor einigen Jahren (vg vor, den künstlichen Horizont nicht direkt auf den Boden zu in einem andern mit Quecksilber gefüllten Gefäss schwimm dings eine etwas grössere Ruhe der Bilder erzielt wird. Eine N Horizonts schlägt neuerdings Périgaud vor.

Im Innern einer Schale befindet sich eine vom R stehende Metallplatte, welche mittels der drei Fussschraube wird. Durch eine Druckschraube wird aus einem Res Metallplatte umgebende Rinne gedrückt, bis es die Platt dreht man die Schraube wieder zurück; die über der Pl wird in Folge dessen dünner und dünner und lässt sic reduciren, welches, wenn das Quecksilber von Staub f dem Zerreissen bewahrt wird und ein gutes Bild des F

Der Hauptfehler dieses künstlichen Horizontes Horizontalität bei demselben nichts weniger als verbürgt sehr dünn ist, wird sie die Neigung der Platte annehme gestellt werden, aber doch wohl nicht auf die Sekun genau? Ferner werden sich die Erschütterungen des P künstlichen Horizontes mittheilen. Die Périgaud'sche Mo dürfte daher eher eine Verschlechterung als eine Verb

---

Neu erschienene B

Die Prismentrommel. Von Dr. O. Decher. Zweit

Die Prismentrommel besteht aus zwei gleic Glasprismen, von welchen das obere am Deckel eine ist, während das untere auf einer verdrehbaren Kr die Prismen in verschiedene gegenseitige Lagen

ing
s hn
test-
d Pl
ne ko-
etwas
itzenden
bei ein-
die Sonne
er in ent-

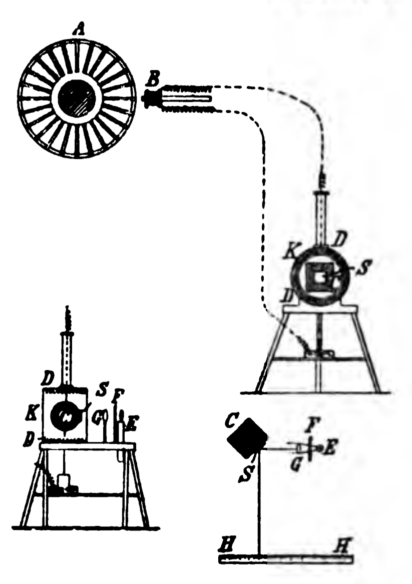
e Bewegung
ptischer Bahn
r festen ellip-
Erde und ihren
ttels des Bügels
en Arm FF^1,
urch die Zahn-
Das feingerippte
ollen, indem eine
drehbares Leitrad

sich selbst in einer
em gerippten Rad *m*,
hes sich während des
ihn zur Erdbahn wird
gels *G* befestigte Feder
geschrägte Unterlage G^1
hoben und gesenkt wird.

Die Einrichtung, die den Grad der Ekliptiktheilung, den Monat und Tag der Kalendertheilung, den Eintritt der Jahreszeiten und das von der Erde jeweilig passirte Sternbild zeigt, besteht aus einer elliptischen, mit den betreffenden Bezeichnungen versehenen Scheibe auf der elliptischen Platte *E* und dem Zeiger *Z*, der durch die Rohrwelle t_2 bewegt wird, während derselbe an seinem hinteren Ende mit einem Schlitz die excentrisch angeordnete Sonnenaxe *s* umfasst.

Elektrisch-optischer Tourenanzeiger. Von G. Karsten in Kiel. No. 42944 vom 10. August 1887.

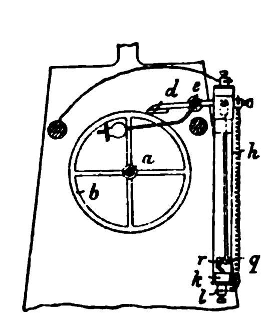
In den Stromkreis der von der Telephonsirene *A* inducirten Drahtspule *B* wird ein besonders konstruirtes kleines Elektrodynamometer *K* eingeschaltet. Die sehr leichte und kleine, bewegliche Rolle *C* ist innerhalb der festen Rolle *D*, deren Windungen senkrecht zu denen der Rolle *C* liegen, drehbar aufgehängt und trägt an ihrer Längsseite den kleinen Spiegel *S*. Das Aufhängungsmittel bildet zugleich auch die Stromleitung. Der inducirte Strom geht von der Spule *B* in das Elektrodynamometer, durchläuft dessen beide Rollen *D* und *C* und bewirkt dadurch die Ablenkung der beweglichen Rolle *C*. Die Grösse der Ablenkung, welche eine Funktion von der Zahl der durch die Drehung der Telephonsirene bewirkten Stromwechsel ist, wird durch die Bewegung eines vom Spiegel *S* reflektirten Lichtstrahles längs einer Skale beobachtet.

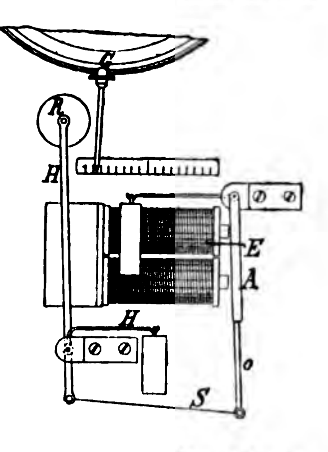


Zu dem Zwecke befindet sich an dem Gestell des Elektrodynamometers eine Lichtquelle *E*, welche durch einen schmalen Spalt in einem Schirme *F* leuchtet. Eine Linse *G* macht die aus dem Spalt kommenden und auf den Spiegel fallenden Lichtstrahlen parallel. Dieselben werden vom Spiegel unter dem Einfallwinkel auf eine Skale *H* zurückgeworfen, welche die Tourenzahl der die Telephonsirene antreibenden Maschine, bezw. die Tourenzahl der ersteren angiebt.

Elektromagnetische Uhr. Von F. Schneider aus Fulda, z. Z. in Hamburg. No. 43108 vom 13. Octb. 1887.

Durch ein Pendel *G*, welches mit einem Schaltwerk verbunden ist, wird die Welle *a* mit dem Rade *b* in Umdrehung versetzt. Auf dem Rande von *b* schleift der um *e* drehbare, doppelarmige Hebel *d*, der bei jeder Umdrehung des Rades *b* in einen Einschnitt desselben einfällt und dadurch dem an ihm befestigten nicht leitenden (Glas-) Rohre *h* eine andere Lage giebt. Letzteres ist an seinem unteren und oberen Ende mit Metallfassungen nebst Klemmen versehen; in der oberen Fassung ist ein Kontaktstück *q* pendelnd aufgehängt. Durch die Neigung des Rohres *h* wird *q* mit dem Kontakt *r*, welcher mit der unteren Metallfassung *k* durch Klemme *l* verbunden ist, in Berührung gebracht und der Stromkreis geschlossen, in den der Elektromagnet *E* eingeschaltet ist. Derselbe zieht nun seinen Anker *A* an; die Schnur *S*, welche diesen mit dem Gewichtshebel *H* verbindet, wird schlaff, und derselbe ertheilt dem Pendel *G* durch die Rolle *R* einen Impuls. Bei der Rückkehr des Pendels kommt *d* aus dem Einschnitt von *b* heraus und der Stromkreis wird in Folge dessen wieder unterbrochen, worauf sich das Spiel wiederholt.





Verfahren zur Herstellung von Zellen für galvanische Batterien. Von A. Thomas in Chemnitz. No. 43620 vom 28. Juni 1887.

Die Zellen zur Aufnahme der Zinkelektroden werden in der Weise hergestellt, dass über die Zinkelektrode und über zwei auf diese zu beiden Seiten gelegte dünne Glasplatten ein Streifen

Gaze gewickelt und am unteren Ende umgelegt wird. Das Ganze wird hierauf in eine Leimlösung getaucht, wodurch sich die Maschen der Gaze schliessen. Nach Entfernung der Zinkelektrode und der Glasplatten wird der so erhaltene Beutel in eine Lösung von Kaliumbichromat getaucht und dann dem Lichte ausgesetzt, um die Leimschicht unlöslich zu machen. Die Anwendung derartig hergestellter Zellen hat den Zweck, den inneren Widerstand des Elementes zu vermindern.

Zeigerwerk für elektrische Messungen. Von Achilles de Khotinsky in Rotterdam. No. 43488 vom 21. September 1887.

Ein an einem Ende befestigter Metallstreifen von beliebiger Querschnittsform und beliebiger Gestaltung, welcher aus zwei auf einander gelötheten dünnen Streifen aus verschiedenen Metallen besteht, ist mit seinem freien Ende durch einen geeigneten Fühlhebelapparat mit einem Zeigerwerk verbunden, so dass die Biegung des Streifens, welche durch die beim Durchleiten eines elektrischen Stromes durch den Streifen entstehende Erwärmung desselben verursacht wird, in eine der Stromstärke entsprechende Bewegung des Zeigerwerkes umgesetzt wird.

Vorrichtung zur direkten Achromatisirung eines terrestrischen Fernrohrs. Von B. Hasert in Eisenach No. 43377 vom 18. August 1887.

Die Vorrichtung zum Achromatisiren eines terrestrischen Fernrohres besteht in einer aus Flintglas und Kronglas combinirten Doppellinse, welche (nach Erfinder) die Färbung des ersten Bildes genau aufhebt und hinter der ersten Linse des vierfachen Okulars angeordnet wird.

Für die Werkstatt.

Polirmittel. *Horological Journal 1888 S. 175.*

Als ein vorzügliches Polirmittel für die weicheren Metalle wird präparirte Kreide empfohlen, welche man durch Hinzufügen einer Lösung von doppeltkohlensaurem Natron zu einer Chlorcalciumlösung bis zur Bildung eines Niederschlages erhält. Vor der Mischung müssen die Lösungen sorgfältig durch Papier filtrirt und vor dem Zutritt von Staub bewahrt werden. Der feine weisse Niederschlag von kohlensaurem Kalk wird sorgfältig gewaschen und getrocknet und bildet dann ein ausgezeichnetes Polirmittel für weiche Metalle. Das Korn ist kaum fühlbar und scheint doch krystallinisch zu sein, da es schnell und sehr fein polirt, wobei jedoch die Materialabnutzung so gering ist, dass die Form und Schärfe der Flächen nicht irgendwie merkliche Aenderungen erleidet. Dieselbe Quelle giebt ferner eine Notiz über die in Liverpool betriebene Fabrikation der unter dem Namen Krokus oder Roth bekannten Polirmittel. In den Eisenvitriolwerken daselbst werden unmittelbar aus den Krystallisationsgefässen Vitriolkrystalle von möglichster Reinheit genommen und in Schmelztiegeln oder gusseisernen Töpfen der Hitze unter Vermeidung des Zutritts von Staub ausgesetzt. Die Theile, welche am wenigsten geglüht werden, nehmen eine scharlachrothe Farbe an und eignen sich zu Polirroth für Gold und Silber, während die Partien, welche stärker geglüht und purpurroth oder bläulich-purpurn geworden sind, die sogenannten Krokus zum Poliren von Messing und Stahl bilden. Die bläulichpurpurnen Theile sind die härtesten; sie finden sich am Boden des Gefässes, woselbst die Hitze am grössten war.

Ref. glaubt, dass das feine Pariserroth, wie es für optische Zwecke verwendet wird, aus dem in vorstehend beschriebener Weise dargestellten durch Schlemmen oder aber im Grossen durch folgendes Verfahren gewonnen wird, welches auch im kleinen Maassstabe leicht ausführbar ist und mittels dessen man ein sehr reines Produkt erhält.

Man stellt heisse gesättigte Lösungen von Eisenvitriol und von Oxalsäure her, filtrirt die erstere und in diese die Oxalsäurelösung so lange, als man noch die Bildung eines gelben Niederschlages beobachten kann. Diesen Niederschlag filtrirt man von der Lösung ab, wäscht ihn, da die Lösung freie Schwefelsäure enthält, durch mehrfaches Uebergiessen mit reinem Wasser und Abfiltriren gut aus und trocknet. Erwärmt man alsdann den gelben Niederschlag in einer reinen Porzellanschale, so zersetzt sich die Oxalsäure unter Ausscheidung von Kohle, welche verbrennt und reines rothes Eisenoxyd in feinster Vertheilung zurücklässt. Natürlich muss nach dem ersten Filtriren bei den weiteren Operationen der Zutritt von Staub u. s. w. durch Bedecken der Gefässe und Filter sorgfältig vermieden werden. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

VIII. Jahrgang. **Oktober 1888.** Zehntes Heft.

Basisapparate und Basismessungen.

Von

Dr. A. Westphal in Berlin.

II.

(Fortsetzung.)

Der Schumacher'sche Apparat. Der ältere Schweizer-Apparat.

Die freundschaftlichen Beziehungen, in denen Prof. H. C. Schumacher zu Gauss stand, hatten gegen Ende des zweiten Jahrzehnts dieses Jahrhunderts den Gedanken zu einem wissenschaftlichen Unternehmen gegeben, das damals leider nicht in vollem Umfange zur Ausführung gekommen ist. Es wurde beabsichtigt, die von Gauss projektirte Hannover'sche Gradmessung bis zum Norden Jütlands fortzusetzen; den dänischen Theil der Messung, in Jütland, sowie in dem damals dänischen Schleswig-Holstein und Lüneburg sollte Schumacher übernehmen; die Messung sollte von einer in Holstein gelegenen Grundlinie ausgehen, welche gleichzeitig den Gauss'schen Messungen zur Kontrole dienen sollte. Dies Projekt gedieh, was die von Schumacher auszuführenden Arbeiten betrifft, nur bis zur Vornahme von Winkelmessungen in Holstein und der Messung einer Grundlinie bei Braake; die Fortführung dieser Gradmessung nach Norden wurde erst nach einigen Jahrzehnten wieder aufgenommen und erst in neuester Zeit vollendet.

Die Messung der Braaker Basis wurde im Spätherbst 1820 begonnen, aber nicht vollendet. Im folgenden Jahre wurden die Arbeiten fortgesetzt; die Messungen des vorigen Jahres wurden aber nicht benutzt, sondern die Basis ist im Jahre 1821 ganz neu gemessen worden. Die Messung wurde mit einem Apparate vorgenommen, der nach Angabe Schumacher's von Repsold konstruirt und ausgeführt worden war und als eine weitere Vervollkommnung des Reichenbach'schen Apparates angesehen werden darf. Die Einrichtungen des Apparates sind von Schumacher in einem ausführlichen an W. Olbers gerichteten Schreiben[1]) näher auseinandergesetzt worden.

Als Messstangen dienten erst (1820) drei, dann (1821) vier Stäbe aus gezogenem Eisen, 2 *Toisen* lang mit quadratischem Querschnitt von $1\,^1/_8$ *Zoll* Seitenlänge und mit an den Enden angelötheten Stahlplatten. Letztere liefen in Cylinder aus, von denen bei jeder Stange der eine in eine Ebene, der andere in ein Kugelsegment endigte. Die Radien der letzteren waren bei allen Stangen gleich; die Endflächen

[1]) Schreiben an den Herrn Dr. W. Olbers in Bremen, von H. C. Schumacher, Prof. in Copenhagen, enthaltend eine Nachricht über den Apparat, dessen er sich zur Messung der Basis bei Braake im Jahre 1820 bedient hat. Mit 2 von Herrn Ingenieur-Kapitän v. Caroc gestochenen Steindrücken. Altona 1821.

waren hoch polirt. Die Messstangen hatten ferner in der Nähe eines jeden Endes zwei cylindrisch abgedrehte Hälse *h* (Fig. 1), welche zwei Aufsatzniveaus zum Lager dienten, und ausserdem befand sich an jedem Ende einer Stange ein Thermometer *T*, dessen Kugel in das Eisen eingelassen und mit einer Kapsel bedeckt war.

Diese Stäbe lagen in mit weisser Oelfarbe gestrichenen Kasten aus Tannenholz derart, dass nur die Stahlcylinder, welche in den Querwänden der Kästen in messingenen Lagern ruhten, aus ihnen herausragten. In den Kästen lagen die Stäbe etwa bei $^1/_3$ und $^2/_3$ der Länge auf cylindrischen Unterlagen, welche noch, um der Durchbiegung entgegen zu wirken, mit Gegengewichten versehen waren (in der Fig. nicht dargestellt). Auf diesen cylindrischen Lagern konnten die Stangen bequem hin und her bewegt werden; eine Feinbewegung in der Längsrichtung erhielten die Stäbe durch einen Hebel *H*, der um einen in der Kastenwand befestigten Stift *s* drehbar war und mittels eines Schlitzes an einem an der Stange befestigten Stifte angriff. War hierdurch die gewünschte Lage der Stange erreicht, so konnte sie durch eine Klemmvorrichtung arretirt werden; zu diesem Behufe waren die messingenen Lager an dem einen Stangenende durchschnitten und in einen oberen und einen unteren Theil getheilt (s. Fig. 2); der obere Theil war in einer Nut beweglich und konnte mittels einer vertikalen Druckschraube von oben auf die Stange aufgepresst werden; von dieser Arretirvorrichtung wurde auch beim Transport zum Schutz der Stäbe Gebrauch gemacht. Das andere Ende einer Stange blieb immer frei, so dass sie sich ungehindert ausdehnen konnte. An den Oberflächen der Kästen waren an beiden Enden kleine mit Glasdeckeln versehene Oeffnungen angebracht, durch welche die Niveaus und die Thermometer abgelesen werden konnten; die Glasdeckel wurden während der Messung nicht geöffnet. — In diesen Kästen wurden die Messstangen etalonnirt und in ihnen auch bei der Messung gebraucht, so dass der Einfluss der Biegung eliminirt wurde. Um auch einen etwaigen Einfluss der Durchbiegung auf die Niveaubestimmung unschädlich zu machen, wurden die Niveaus bei der Justirung nicht in dem Lager umgelegt, in dem sie sich gerade befanden, sondern sie wurden auf das entgegengesetzte Ende der Stange gesetzt.

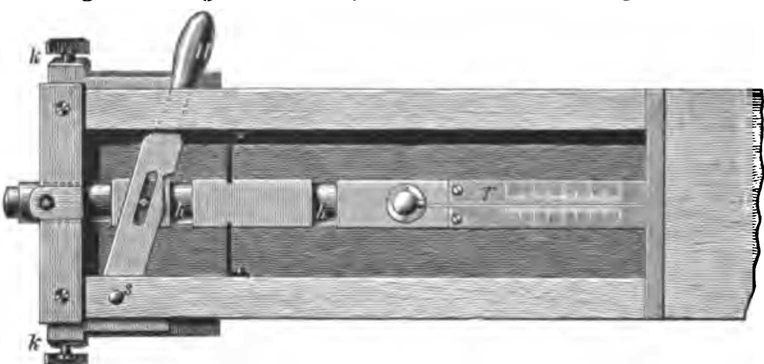


Fig. 1.

Bei der Messung lagen die Kästen an jedem ihrer Enden auf Gestellen von der in Fig. 2 abgebildeten Form; jedes derselben ruhte auf drei in den Erdboden eingerammten starken, mit Eisen beschlagenen Pfählen aus Eichenholz. Ursprünglich wurden die Auflagegestelle an diese Pfähle angeschraubt; später aber begnügte man sich wegen der hierbei auftretenden Spannungen damit, die Gestelle lose auf die Pfähle aufzusetzen und sie mit Gewichten zu beschweren; wie Schumacher angiebt, genügte diese Art der Aufstellung, „selbst auf mehrere Tage den Böcken einen unverrückbaren Stand zu verschaffen". Die direkten Lager der Kästen bildeten horizontale Querstücke, welche innerhalb eines Intervalls von 1 *Fuss* 9 *Zoll* bis 5 *Fuss* 3 *Zoll* über dem Boden hoch und niedrig gestellt und in jeder

Lage festgeschraubt werden konnten; die Feineinstellung in der Höhe, um die Stangen mit Hilfe der Niveaus möglichst horizontal zu stellen, geschah mittels zweier Schrauben *v*, welche die horizontalen Querstücke vertikal durchsetzten und die Kästen zu heben und zu senken gestatteten. Eine Feinbewegung im horizontalen Sinne gestatteten zwei Schrauben *a*, welche gleichfalls auf den horizontalen Querstücken angebracht waren.

Die Bestimmung des Alignements wurde durch ein Passageninstrument ausgeführt. Um dasselbe successive, sowie die Messung fortschritt, in der Linie aufstellen zu können, waren vorher, von dem einen Basisendpunkte aus, mehrere Punkte alignirt. Von diesen aus wurde mittels des Passageninstruments das vordere Ende der einzustellenden Stange bisecirt, während die Lage des anderen Endes durch die vorhergehende Stange bestimmt war.

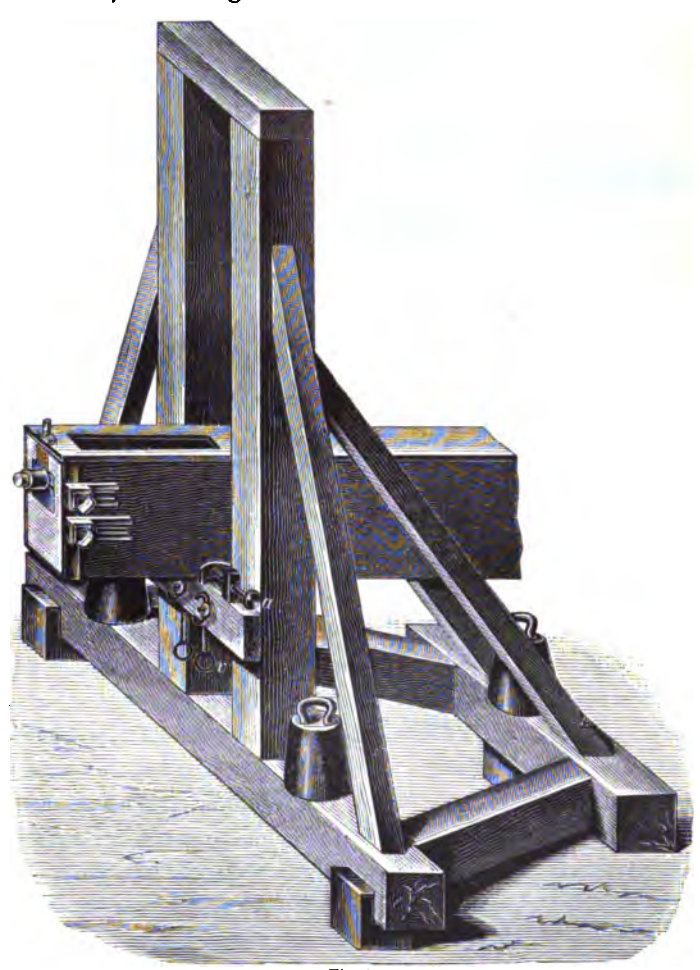


Fig. 2.

Von dem Reichenbach'schen Apparat übernahm Schumacher die Einrichtung der Intervallmessung mit Hilfe von Keilen. Die Stangen wurden auf kleine Intervalle von etwa 1,25 *Linien* einander genähert und diese Zwischenräume mittels eines Glaskeiles gemessen; die Stäbe lagen hierbei so, dass ebenes und sphärisches Ende einander gegenüberstanden; der Messkeil musste also an der einen Seite in der ganzen Länge des ebenen Endes demselben anliegen, während er an der anderen Seite die sphärische Endfläche in einem Punkte berührte; die Lage dieses Punktes auf dem Kugelsegment musste immer dieselbe sein, da sie nur von dem Winkel des Keils und dem Radius der begrenzenden Kugelfläche abhing. Um die Tiefe des Einsinkens des Keils zu messen — derselbe sank für 0,01 *Linie* Veränderung in der Entfernung der Stangen um 0,48 *Linien* ein — war der Keil nicht, wie bei dem Reichenbach'schen Apparat, direkt getheilt, sondern hierzu diente eine besondere Skale (Fig. 3 a. f. S.), die mittels eines Halbringes auf eines der cylindrischen Stangenenden, und zwar jedesmal auf das vom Kugelsegmente begrenzte, so aufgesetzt wurde, dass Keil und Skale neben einander lagen. Die Theilung der Skale gab unmittelbar Hundertel-Linien an; Tausendtel-Linien konnten noch geschätzt werden; das obere Ende des Keils diente hierbei als Index; die Theilung war so eingerichtet, dass

direkt die Entfernung der beiden Stangenenden abgelesen wurde. Bei der Messung der Grundlinie wurde jedes Intervall zwischen zwei Stangen, sowie eine neue gelegt war, dreimal gemessen und zugleich der Stand der Thermometer abgelesen; wenn die hintere Stange weggenommen war, wurde das betreffende Intervall noch dreimal gemessen, unter Ablesung des Thermometers, um eine Kontrole darüber zu haben, ob eine Verschiebung stattgefunden hatte; jedes Intervall ist daher sechsmal gemessen. Trotz dieser Vorsicht ist bei Anwendung von nur drei Stäben, wenn eine Differenz zwischen den ersten und letzten drei Keilmessungen auftritt, nicht mehr zu konstatiren, welche Stange ihre Lage verändert hat; Schumacher hat deshalb auch im Jahre 1821 vier Stangen angewendet.

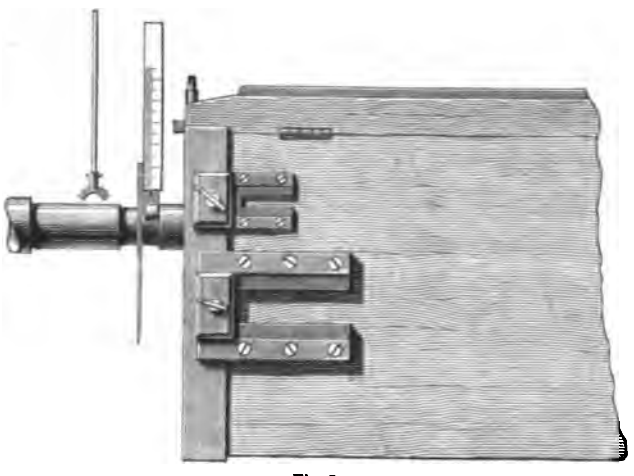


Fig. 3.

Wenn die Basislinie, was immer der Fall sein wird, nicht ganz horizontal verläuft, so ist es nicht möglich, alle Stangen in eine Horizontale zu legen. Die Einrichtung der Böcke im Schumacher'schen Apparate gestattete einen Höhenunterschied von 3 *Fuss* 4 *Zoll* zu überwinden. Hatten im Verlaufe der Messung die Querstücke der Böcke den niedrigsten bezw. höchsten Stand erreicht und hörte das Terrain noch nicht auf zu fallen, bezw. zu steigen, so konnte die nächste Stange nicht mehr in derselben Horizontale wie bisher gelegt werden, sondern musste in ein höheres bezw. tieferes Niveau kommen. Um hierbei die Kontinuität der Messung herzustellen, bediente Schumacher sich eines festen Lothstabes, den er Ablothungscylinder nennt, und beseitigte damit ein Element der Unsicherheit, das in der bisherigen Benutzung des einfachen Lothfadens gelegen hatte. Die Idee, statt des letzteren einen starren Cylinder zu wählen, rührt von Schumacher selbst her, während die konstruktive Ausführung des Gedankens Repsold zu verdanken ist.

Die Einrichtung bestand im Wesentlichen aus einem Metallcylinder *C* (Fig. 4), der mittels eines empfindlichen Niveaus senkrecht zwischen die betreffenden beiden Stangen in sehr naher Entfernung von ihnen gestellt wurde. Es kamen, je nach dem Terrain, zwei Cylinder zur Anwendung, ein kürzerer, ganz von Glockenmetall und ein längerer, bei dem nur die Endstücke von Glockenmetall, der mittlere Theil aber aus Eisen war; der kürzere Cylinder war seiner ganzen Ausdehnung nach, der längere nur in seinem oberen und unteren Theile, wo er bei der Messung gebraucht wurde, auf seine cylindrische Gestalt auf der Drehbank mittels Fühlhebel untersucht worden; beide Cylinder endigten unten und oben in konische Spitzen; auf letztere wurde das Niveau aufgesteckt.

Um die Cylinder zwischen zwei Stangen aufzustellen, gebrauchte Schumacher zwei Rahmen r_1 und r_2; zur Aufnahme derselben dienten vier Schlittenklemmen (vgl. Fig. 3), welche an den Kästen I und III, jedoch an entgegengesetzten Enden derselben, angebracht waren; der Kasten II hatte eine solche Vorrichtung nicht; die Ablothung konnte also immer nur zwischen den Stangen I und III, bezw. an einer derselben, stattfinden. Die Rahmen wurden mittels ihrer vier Arme in die Schlittenklemmen

eingeschoben und in denselben durch Druckschrauben *k* (s. Fig. 1) befestigt. Der untere, an dem tiefer liegenden Kasten befestigte Rahmen r_1 trug eine runde, durch drei Stellschrauben bewegliche Messingplatte mit einem konischen Loch, in welches die untere Spitze des Ablothungscylinders eingesetzt wurde; der obere, r_2, an dem höher liegenden Kasten angebrachte Rahmen trug ein Y-Lager, gegen welches der Cylinder durch eine schwache vorgeschraubte Feder sanft gedrückt und dann mit dem Lager durch zwei Seitenschrauben gerade vor das Ende der Stange geführt wurde. Die Vertikalstellung des Cylinders wurde dann durch Vermittlung des Niveaus mittels seitlicher Bewegung des unteren Kastens und Einstellung der beweglichen Messingplatte mit Hilfe ihrer drei Stellschrauben erreicht. Schumacher giebt an, dass die Vertikalität des Cylinders bis auf 3″ hätte verbürgt werden können; da nun die Lothung im Maximum 3 *Fuss* betrug, so ging der bezügliche Fehler nicht über 0,006 *Linien;* sein Einfluss auf die Länge der Basis war um so unbedeutender, da er seiner Natur nach mit verschiedenen Zeichen auftreten musste. — Wenn der Cylinder vertikal gestellt war, blieb noch übrig, die Zwischenräume zwischen dem Cylinder und den Stangenenden zu messen; dies geschah wieder mit dem Glaskeil. An demjenigen Ende, wo die sphärische Endfläche war, wurde wie gewöhnlich der Glaskeil sanft vertikal hinabgelassen und die Messung erfolgte gerade so, als wenn das Intervall zwischen zwei Stangen zu messen gewesen wäre; auf der Seite jedoch, wo der Cylinder dem ebenen Stangenende gegenüber stand, musste der Messkeil horizontal eingeschoben werden; hier wurde die Messung vorsichtshalber von beiden Seiten gemacht.

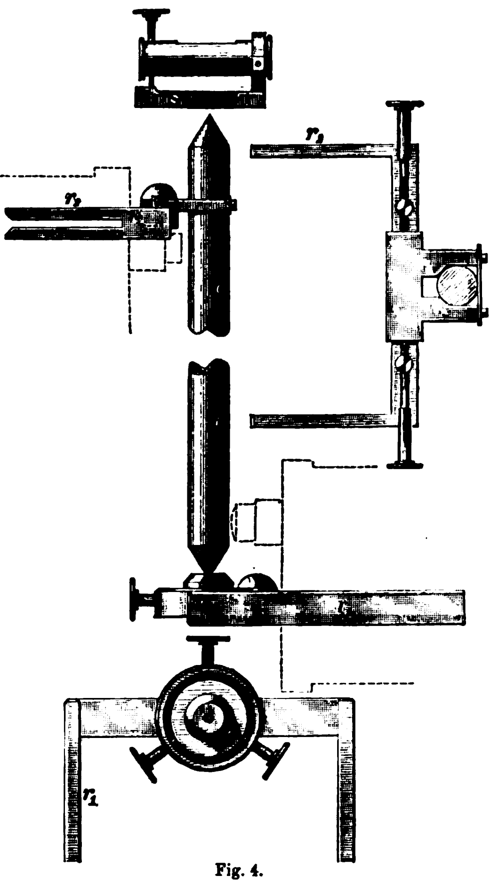


Fig. 4.

Sollte die Messung des Abends unterbrochen werden, so bediente sich Schumacher gleichfalls der Ablothungscylinder. Es wurde dann dort, wo die letzte Stange hinkam, senkrecht unter dem Ende derselben, eine starke eiserne Stange in den Erdboden getrieben; dieselbe hatte oben ein Knie, auf welchem, wie bei dem unteren Rahmen, eine durch drei Stellschrauben bewegliche und mit konischem Loch versehene Messingplatte angebracht war; dieselbe konnte in beliebiger Stellung durch eine von unten wirkende Druckschraube auf dem Knie fest geklemmt werden. Bei der Ablothung wurde die untere Spitze des Cylinders in das konische Loch der Messingplatte gesetzt, während er oben durch das Lager des am letzten Kasten befestigten oberen Rahmens gehalten wurde; die Vertikalstellung des Cylinders wurde in diesem Falle nur durch die Stellschrauben der Messingplatte erreicht. Nachdem dann das Intervall zwischen Stange und Cylinder gemessen war, wurde letzterer weggenommen, während die eiserne Stange mit der Messingplatte während der Nacht unter Wache fest stehen blieb, so dass der Punkt am nächsten Morgen

in derselben Weise, wie eben beschrieben, wieder heraufgelothet werden konnte. In analoger Weise wurde bei dem Anfangs- und Endpunkt der Basis verfahren. Die Endpunkte waren 4 *Fuss* unter der Oberfläche durch eingemauerte Granitpfeiler markirt; dieselben trugen oben eingegossene Messingcylinder, welche mit einem konischen Loche versehen waren; in dieses wurde die untere Spitze des Ablothungscylinders gesetzt.

Im Jahre 1820 wurde ein Stück von 924 *Toisen* gemessen; die im folgenden Jahre vorgenommene Kontrolmessung ergab diese Länge mit einem Unterschiede von nur 1,5 *Linien*. Schumacher legte diesen Fehler der ersten Messung zur Last, weil inzwischen der Apparat mehrfache Verbesserungen erfahren hatte. Zunächst waren statt drei Stangen deren vier zur Verwendung gekommen; die Zahl der Thermometer war verdoppelt und ihre Kugeln waren ausser den bisher schon vorhandenen Metallhülsen noch mit einer Holzkapsel versehen worden; Schumacher glaubt, dass er auf diese Weise der Temperatur der Stangen näher gekommen sei als im vorigen Jahre, gesteht aber sein Unvermögen ein, die wahre Temperatur der Stäbe zu ermitteln.

Die Schumacher'sche Basis, deren von Nissen berechnete Länge von Schumacher zu 3014,580 *Toisen* angegeben wird[1]), hat eine praktische Verwendung eigentlich nie gefunden. Erst die Begründung der Europäischen Gradmessung, sowie der Wunsch Andrae's, für die auf der Kopenhagener Grundlinie beruhenden dänischen Dreiecke eine weitere Kontrole zu haben, gab Veranlassung, über den Werth dieser Messung Untersuchungen anzustellen. Prof. Dr. C. A. F. Peters unternahm und veröffentlichte[2]) auf Grund der noch vollständig vorhandenen Beobachtungsjournale eine Neuberechnung der Grundlinie, in der manche von Schumacher nicht erwähnte Einzelheiten, z. B. über die Bestimmung der Ausdehnung der Messstangen sowie über die Etalonnirung derselben, mitgetheilt werden.

Die Bestimmung der Ausdehnungskoefficienten wurde während der Feldarbeiten in einfacher Weise vorgenommen. Es wurden Abends beim Aufhören der Tagesarbeit an den beiden Enden der letzten Messlage Punkte festgelegt und die Ablothungscylinder aufgestellt; aus den Abends und am nächsten Morgen bei Wiederaufnahme der Arbeit vorgenommenen Messungen der Intervalle der Ablothungscylinder von den Festpunkten wurde in Verbindung mit den Ablesungen der Stangen-Thermometer unter der Annahme, dass die Festpunkte während der Nacht ihre Lage nicht geändert hatten, die Ausdehnung der Stäbe berechnet. Solcher Messungen waren fünf vorhanden; die jedesmaligen Temperaturunterschiede betrugen bezw. 0,04°; 10,10°; 0,94°; 4,36° und 3,51°; mit Ausnahme der zweiten Reihe sind die Intervalle daher zu gering, um daraus sichere Werthe der Ausdehnungskoefficienten ableiten zu können.

Die Etalonnirung der Messstäbe wurde im Keller des Schumacher'schen Wohnhauses vorgenommen; die Stäbe wurden unter sich und dann Stab No. 1 mit den in Schumacher's Besitz befindlichen Toisen von Fortin und Lenoir verglichen. Die Stäbe wurden hierbei auf eine „Etalonnirungsvorrichtung" gelegt, die nach dem Vorbilde des Reichenbach'schen Komparators eingerichtet gewesen zu sein scheint. Die Stäbe waren auf dieser Etalonnirungsvorrichtung so gelagert, dass das sphärische Ende gegen die ebene Endfläche eines kurzen eisernen Cylinders gerichtet war, der, um den nöthigen Spielraum zum Herein- und Herausbringen der Stangen zu

[1]) Briefwechsel zwischen Gauss und Schumacher. Bd. 1. S. 319. — [2]) Generalber. über die Mitteleurop. Gradmessung. 1864. S. 7 und *Den Danske Gradmaaling*. Bd. 2. S. 394.

gewinnen, um eine horizontale Axe auf- und abgeklappt werden konnte; das ebene Stangenende lag einem Fühlhebel gegenüber, der so angebracht war, dass „er seinen Ort bei den Vergleichungen nicht veränderte". Um möglichst immer nahezu dieselben Ausschläge des Fühlhebels zu benutzen, wurde bei grossen Verschiedenheiten in den Längen der Messstäbe zwischen das sphärische Stangenende und den eisernen Cylinder ein Messkeil eingeschoben und das betreffende Intervall an der Skale abgelesen.

Peters hat bei der von ihm ausgeführten Neuberechnung, die u. A. einen Summirungsfehler in der alten Rechnung im Betrage von 100 *Linien* aufdeckte, die Resultate der Schumacher'schen Etalonnirung nicht benutzt, sondern hat die späteren Untersuchungen Struve's zu Grunde gelegt[1]); er findet die Länge der Braaker Basis zu 3014,480 *Toisen*, aber auch dieses Resultat hat eine praktische Bedeutung nicht erhalten; Andrae hat in *Den Danske Gradmaaling* die Braaker Basis wegen einiger Unsicherheiten und Willkürlichkeiten nicht benutzt. Die Neumessung dieser Grundlinie im Jahre 1871, von der Königl. Preussischen Landesaufnahme vorgenommen, wird uns in einem späteren Abschnitte beschäftigen.

In der Schweiz[2]) bildeten die trigonometrischen Arbeiten von Tralles und Feer (vgl. *diese Zeitschr. 1885 S. 373*) den Ausgangspunkt einer Landesvermessung, die bei der politischen Eintheilung und der gebirgigen Gestaltung des Landes grossen Schwierigkeiten begegnete und erst gegen das Jahr 1840 zum Abschlusse gelangte. Unter der Oberleitung von Finsler, dann Wurstemberger und später Dufour nahmen an derselben Horner, Trechsel, Pestalozzi, Buchwalder, Eschmann u. A. theils berathenden, theils thätigen Antheil. Der Vermessung sollte ursprünglich die von Tralles und Hassler gemessene Aarberger Basis zu Grunde gelegt werden und die von Feer bei Zürich gemessene Grundlinie sollte zur Kontrole dienen. Später beschloss man jedoch die Nachmessung der Aarberger Grundlinie, deren von Tralles festgelegte Endpunkte noch gut erhalten waren, sowie die Neumessung einer kleineren Kontrollinie in der Gegend von Zürich.

Zur Messung dieser Grundlinien diente eine Nachahmung des Schumacher'schen Apparates. Der Schweizer Apparat war jedoch nicht direkt eine Kopie desselben, sondern wich in einzelnen Theilen von ihm ab. Die Konstruktion des Apparates war Horner und Pestalozzi übertragen worden, welche sich dabei Schumacher's und Repsold's Rath bedienten; die mechanische Ausführung rührte von Mechaniker Oeri in Zürich her.

Als Messstangen dienten vier Stäbe, welche aus je drei 6 *Fuss* langen und 1 *Zoll* dicken eisernen Röhren mittels Schlaufröhren durch Löthung zusammengefügt waren; die Enden bestanden aus stählernen Cylindern und liefen an dem einen Ende in eine Ebene aus, während am anderen Ende der Cylinder eine sphärische Begrenzung hatte. In die Messstangen waren je zwei Thermometer eingelassen, welche zur Bestimmung ihrer Temperatur dienten. Die Stäbe lagen in Holzkästen auf zwei sich an die Verbindungscylinder anschliessenden Lagern, also bei $1/3$ und $2/3$ der Länge, auf. Von einer Feinverschiebung der Stangen in ihren Lagern und von einer Klemmung derselben, wie am Schumacher'schen Apparat, wurde Abstand genommen. An der Oberfläche der Kästen waren zwei Deckel

[1]) *Arc du méridien entre le Danube et la mer glaciale. Tome I. S. LXXXI.* — [2]) Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz. Von J. Eschmann. Zürich 1840. — Geschichte der Vermessungen in der Schweiz. Von R. Wolf. Zürich 1879.

zum Ablesen der Thermometer und zwei weitere Oeffnungen zum Auflegen der Stützen für das 6 *Fuss* lange Niveau, das zur Bestimmung der Neigung der Stäbe diente.

Zur Bestimmung der Längen der Messstangen diente eine von Repsold angefertigte Kopie der in Schumacher's Besitz befindlichen Fortin'schen Toise; über diese Kopie schrieb Repsold an Horner: „Die Toise, die Sie von mir erhalten, ist der Fortin'schen, die Prof. Schumacher in seiner kostbaren Sammlung von Etalons besitzt, gleich; wenigstens beträgt der Fehler $^1/_{1000}$ einer Linie; sie ist von gleicher Form mit einer Toise, die ich habe, und mit dieser auf $^8/_{100000}$ Linien übereinstimmend." Die Toise ist von Eisen, mit zwei Quecksilberthermometern versehen, vierkantig, an dem einen Ende plan, an dem anderen kugelförmig abgeschliffen. Der Etalon wurde in der Folge als bei der Vergleichstemperatur (+ 13° R.), genau richtige Toise angesehen. — Von diesem Etalon wurden vom Mechaniker Oeri in Zürich noch zwei Kopien angefertigt. Die Vergleichung dieser beiden Toisen mit dem Etalon wurde auf einem Komparator bewerkstelligt, der aus einer „hölzernen Latte" bestand, auf welche die Toisen abwechselnd gelegt wurden; auf dieser Latte waren in etwas mehr als 1 *Toise* Entfernung Eisencylinder befestigt, von denen der eine in eine ebene, der andere in eine konvexe Endfläche auslief. Die Toisen wurden so auf den Komparator gelegt, dass ebene und konvexe Endfläche der Toise bezw. des Eisencylinders einander gegenüberstanden. Die Zwischenräume zwischen den einander zugekehrten Endflächen wurden mittels eines Keiles von gehärtetem und polirtem Stahl gemessen, dessen Nonius längs einer daneben angebrachten Skale glitt; in welcher Weise dies vor sich ging, ist nicht angegeben, vielleicht in derselben, die Schumacher bei seinem Apparat angewendet hat. — Die an diesem Komparator gemachten Vergleichungen dürften nicht einwurfsfrei sein, da die Fixpunkte des Komparators nicht unabhängig von einander angebracht waren. — Auf einem dem eben beschriebenen ähnlichen Komparator wurden nun mit Hilfe der drei Toisen die Messstäbe etalonnirt. Die Bestimmungen fanden vor und nach Messung der beiden Grundlinien statt. Die Vergleichung der hierbei erhaltenen Resultate ergab, dass die Stangen I, II und III während der Messung um bezw. 56, 47 und 44 μ kürzer geworden waren, während Stange IV, die bei der Messung nicht zur Anwendung gekommen, sondern nur als eventueller Ersatz aufbewahrt war, innerhalb der Beobachtungsfehler ihre Länge nicht verändert hatte. Eschmann schreibt diese Verkürzung der Biegung zu, welche die drei Stäbe, die bei 6 *m* Länge nur bei $^1/_3$ und $^2/_3$ ihrer Länge unterstützt waren, durch das Schwanken beim Tragen während der Messung erlitten hätten und wendet das Mittel aus den Vergleichungen vor und nach den Basismessungen zur Reduktion der Grundlinien an. Dies kann aber auch nicht ganz richtig sein; bei der Etalonnirung lagen die Stangen auf dem Komparator ihrer ganzen Länge nach auf, erlitten also keine oder, falls der Komparator nur an seinen beiden Endpunkten unterstützt war, eine geringe Biegung, während die langen Stäbe bei der Messung, da sie nur bei $^1/_3$ und $^2/_3$ ihrer Länge auflagen und die Kästen, in denen sie lagen, nur an den Enden aufruhten, eine beträchtliche Biegung erfahren mussten. — Zur Bestimmung der Ausdehnungskoefficienten der Messstangen kam zunächst ein rohes Verfahren zur Ausführung, dessen Resultate aber als ungenügend später verworfen wurden und das dann durch eine feinere Methode ersetzt wurde. Hierbei wurden die drei Stäbe in einem Wasserbade auf die Temperatur des umgebenden Wassers gebracht, dann herausgehoben, auf den Komparator gebracht, und nun in Zwischenräumen von

30 Sekunden die Ablesungen mit dem Keil gemacht. Hierbei ergab sich ein Ausdehnungskoefficient der Stäbe von 11,3 μ pro 1 *m* und 1° C. Mit diesem Ausdehnungskoefficienten wurden die beiden Grundlinien reducirt; derselbe Koefficient scheint aber auch zur Reduktion der Maassbestimmungen der Etalons benutzt worden zu sein, was nicht ganz zulässig sein dürfte.

Die Stative, auf welchen die Stäbe während der Messung ruhten, hatten dieselbe Einrichtung wie beim Schumacher'schen Apparat.

Die Messstangen wurden während der Messung auf kleine Intervalle genähert, die mit einem Keil gemessen wurden.

Ueber das Niveau zur Bestimmung der Neigung der Messstangen findet sich keine nähere Mittheilung.

Behufs Ausführung des Alignements waren mittels des Theodoliten eine Anzahl von Zwischenpunkten in der Linie durch Pfähle bezeichnet worden. Das Alignement selbst wurde mit blossem Auge ausgeführt, indem ein Beobachter vom hintersten Ende einer Lage über einen an dem vorderen Kasten angebrachten Pfeil nach dem nächsten Zwischenpunkte visirte und ein zweiter Beobachter dieselbe Visur von vorn nach hinten wiederholte. Die hierbei unvermeidlichen kleinen Fehler des Alignements wurden unberücksichtigt gelassen.

Die Messung der Hauptbasis von Aarberg, von Walperswyl bis an den Murtensee, ging im Herbst 1834 vor sich; die von Tralles fixirten Endpunkte waren, wie schon erwähnt, noch erhalten, so dass eine vollständige Nachmessung der alten Grundlinie stattfinden konnte.

Die Messung ging in folgender Weise vor sich: Ueber den Endpunkt wurde ein Loth aufgehängt, Stange I mit ihrem ebenen Ende an den Lothfaden herangeschoben, Stange II, III gelegt, alle auf etwa 2 *Linien* einander genähert, die Stangen alignirt, horizontal (mittels des Niveaus) gelegt, dann sämmtliche Thermometer und Keile abgelesen, Stange I vorgetragen, horizontirt und in's Alignement gebracht; endlich wurden noch einmal die Keile zwischen II und III und dem neuen Intervall III-I abgelesen.

Musste der Neigung des Bodens wegen von einer höheren Lage der Messstangen auf eine niedrigere übergegangen werden, so diente eine Vorrichtung, die der Schumacher'schen nachgebildet ist. Der Apparat bestand aus einem T-förmigen Ständer, dessen horizontaler Arm ein Niveau trug, während an dem vertikalen zwei horizontale Arme mittels Hülsen in beliebiger Höhe festgeklemmt werden konnten; von diesen Armen endigte der eine in eine Ebene, der andere in eine kugelförmige Fläche, welche beziehungsweise in der Höhe der beiden anliegenden Messstangen an dieselben mit einem Zwischenraum geschoben wurden, der mittels des Keiles gemessen wurde. Die horizontale Entfernung der beiden Messstangen war dann gleich der Summe der gemessenen Zwischenräume und des Abstandes beider Endflächen des T-Stücks von einander, welche 2 *Zoll* betrug. Der Apparat stand auf einem Stativ, welcher verschiebbare Stützen zur genauen Einstellung und Berichtigung trug.

Dieselbe Einrichtung diente dazu, wenn die Messung unterbrochen werden musste, um das letzte Stangenende im Boden zu fixiren. Der eine Arm des T-Ständers wurde dann an die letzte Stange geschoben, der andere an einen horizontal liegenden kurzen Arm, der an einem in den Boden eingerammten Pfahl befestigt war. Mit diesem Apparate wurden durchschnittlich täglich etwa 1000 *Fuss* gemessen. Die Länge der Basis bei Aarburg ergab, auf 13°R. und das Meeresniveau reducirt, 40185,208 *Fuss* gleich

13053,74 *m*. Tralles hatte bei 15,2° R. (nach *Zach, Allg. Geogr. Eph. I. 279*) 40188,542 *Fuss* erhalten. Reducirt man beide Längen auf gleiche Temperaturen, so bleibt doch noch eine Differenz von etwa 2 *Fuss*. Die Messung wurde unter Eschmann's Leitung ausgeführt; an derselben nahmen Wild und Wolf Theil, vorübergehend auch Trechsel und Buchwalder.

Im Frühjahre desselben Jahres war bei Zürich (im Sihlfeld) eine Basis in derselben Weise und mit demselben Apparate gemessen worden. Dieselbe sollte zur Einübung des Personals, zur Erprobung des Apparates und als Kontrolbasis dienen. Als Länge derselben wurde gefunden, bei 13° R. und reducirt auf das Meeresniveau: 10344,362 *Fuss* = 3360,256 *m*. Aus der Triangulation folgte durch die Basis bei Aarburg aus 14 Dreiecken: 3359,93 *m*. Eschmann schreibt die Differenz zum grossen Theil den durch die Witterung verursachten häufigen Unterbrechungen zu; zum Theil wird aber auch die Ungeübtheit des Personals einen Einfluss gehabt haben. Die Züricher Basis ist in die Berechnung der Längen der Dreiecksseiten nicht eingeführt, sondern nur die Aarburger Grundlinie.

Die Güte der Messungen lässt sich unmittelbar nicht ableiten, da die Grundlinien nur einmal gemessen sind. Man ist daher ausser der Vergleichung der Hauptbasis mit der Kontrollinie auf die Anschlüsse an die Nachbarstaaten angewiesen. Hierbei kamen in jener Zeit nur Frankreich und Oesterreich in Betracht; es ergaben sich z. B.:

Dreiecksseite	Schweizer Werth.	Französisch. Werth.	Oesterreich. Werth.	Differenz.
Raemel-Faux d'Enson	35997,27 *m*	35997,22 *m*		0,05 *m*
Pizzo Forno — Pizzo Menone di Gino	44572,12		44572,77 *m*	0,65
Monte Legnone — Pizzo Menone di Gino	21124,54		21124,67	0,13

Man kann neuerdings auch die auf der Bonner Basis beruhenden Seiten, welche das Rheinische Dreiecksnetz[1]) mit dem neuen Schweizerischen[2]) gemeinsam hat, vergleichen, da die Seitenlängen des letzteren, so lange die neuen, in einem späteren Abschnitte zu besprechenden Schweizer Grundlinien noch nicht endgiltig reducirt sind, auf dem alten Eschmann'schen Werthe der Seite Chasseral-Röthifluh beruhen. Man hat in den folgenden Vergleichsdaten eine direkte Vergleichung der Bonner mit der Aarburger Grundlinie, d. h. des älteren Schweizer mit dem Bessel'schen Apparate.

Dreiecksseite.	Schweizerisch. Dreiecksnetz.	Rheinisches Dreiecksnetz	Differenz.
Röthifluh — Lägern	70 443,613 *m*	70 444,161 *m*	0,548 *m*
Röthifluh — Wiesenberg	31 205,468	31 205,661	0,193
Wiesenberg — Lägern	40 102,048	40 101,648	0,400

Es ist noch zu bemerken, dass der alte trigonometrische Punkt in Lägern kurz vor den für das Rheinische Dreiecksnetz ausgeführten Winkelmessungen durch Feuer zerstört und aus den Festlegungselementen wieder hergestellt worden ist.

---

[1]) Das Rheinische Dreiecksnetz. Heft III. Berlin 1882. — [2]) Das Schweizerische Dreiecksnetz. 2. Band. Zürich 1884.

Das Mischungs-Photometer nach Dr. W. Grosse.

Von
Dr. Hugo Krüss in Hamburg.

Das dem Instrumente zu Grunde liegende Princip, sowie die dadurch zu erreichenden Vortheile für die praktische Photometrie sind von Herrn Dr. W. Grosse in Vegesack bereits in früheren Mittheilungen erörtert worden[1]). Es soll deshalb im Folgenden nur kurz über die äussere Form berichtet werden, welche das Instrument erhalten hat, sowie über die Art des Gebrauches. — Das Instrument wurde von mir so angeordnet wie die schematische Zeichnung in Fig. 1 andeutet und die Abbildung in Fig. 2 zeigt. Das durchschnittene und wieder vereinigte Kalkspathprisma *A*, das halbe Kalkspathprisma *B*, sowie die drei Reflexionsprismen 1, 2 und 3 sind in einem allseitig verschlossenen Kasten *C* angebracht. Die Seitenwände dieses Kastens werden durch zwei aus einem und demselben Stücke geschnittene matte Gläser m_1 und m_2 gebildet, welche durch die beiden mit einander zu vergleichenden Lichtquellen beleuchtet werden; an der hinteren Seite befinden sich zwei kleine Schieber s_1 und s_2, durch welche ein Theil des Lichtes nach Belieben von der Mitwirkung ausgeschlossen werden kann, und in der Vorderwand ist vor dem Kalkspathprisma *A* eine Oeffnung *o* angebracht, durch welche die Lichtbündel austreten und auf ein in dem Rohre *R* befindliches Nikol'sches Prisma *N* fallen; dieses ist um die Axe des Rohres *R* drehbar und seine Stellung kann an dem getheilten Kreise *K* mittels des Zeigers *Z* abgelesen werden. Das Nikol'sche Prisma muss so eingesetzt werden, dass bei Einstellung auf den Nullpunkt der Theilung entweder das ausserordentliche oder das ordentliche Strahlenbündel ganz ausgelöscht wird; zur genauen Herbeiführung dieser Einstellung dienen von rechts und von links im Sinne einer Drehung des Theilkreises wirkende kleine Stellschrauben.

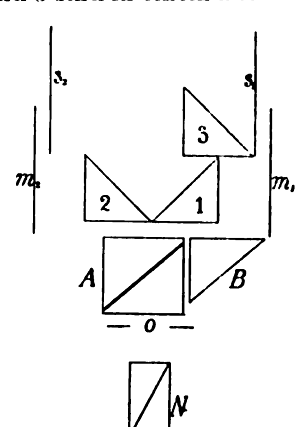


Fig. 1.

Das Photometer wird in derselben Weise wie ein Bunsen'sches benutzt, indem es zwischen den beiden mit einander zu vergleichenden Lichtquellen so aufgestellt wird, dass die Lichtstrahlen auf die beiden Seitenflächen m_1 und m_2 senkrecht auffallen; sodann wird durch passende Veränderung der Entfernungen zwischen den Seitenflächen und den Lichtquellen Gleichheit der Beleuchtung für die beiden im Okularrohre erscheinenden Felder hergestellt.

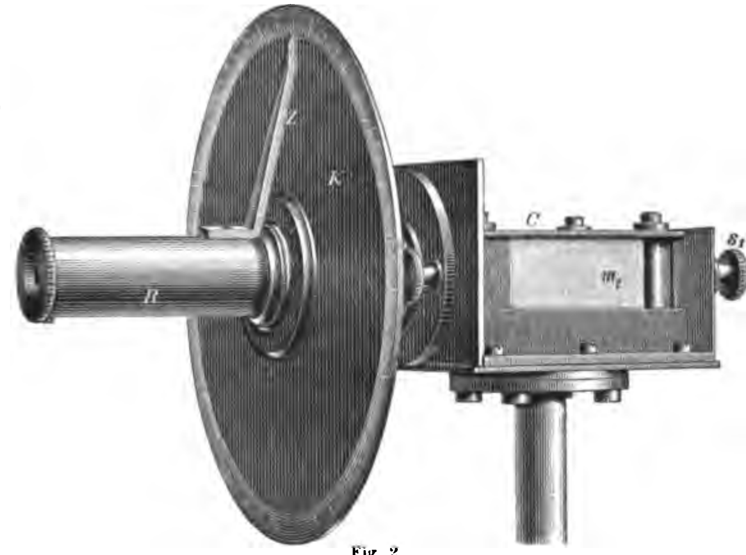


Fig. 2.

[1]) Diese Zeitschr. 1887, S. 129 und 1888, S. 95.

Bei Feststellung der Entfernung des Photometers von den beiden Lichtquellen darf als Einstellung des Photometers streng genommen nicht die Entfernung seiner Mitte von den Lichtquellen benutzt werden, sondern diejenige der seitlichen matten Glasscheiben m_1 und m_2 von den Lichtquellen. Diese matten Glasscheiben befinden sich um die kleine Grösse a beiderseits von der Mitte entfernt. Die Entfernungen l_1 und l_2 der beiden Lichtquellen von der Mitte des Photometerkopfes, welche an der Photometertheilung abgelesen werden, müssen um diese kleine Grösse a vermindert werden. Sind l_1 und l_2 im Verhältniss zu a gross, so kommt letztere kleine Grösse nicht in Betracht; will man sie aber berücksichtigen, so geschieht solches am einfachsten dadurch, dass die Lichtquellen nicht auf dem Nullpunkte bezw. Endpunkte des Photometermaassstabes aufgestellt werden, sondern um die kleine Grösse a über diese Punkte hinaus. Unter dieser Voraussetzung bezieht sich dann die Ablesung der Einstellung auf die Mitte des Photometerkopfes. Die Grösse a wird bei jedem Instrumente angegeben.

Das eben beschriebene Instrument lässt sich nun in dreierlei verschiedener Weise anwenden und so den verschiedensten Zwecken dienstbar machen.

1. Anwendung als gewöhnliches Photometer.

Die beiden Schieber s_1 und s_2 werden hineingeschoben (Fig. 3); ein von der Lichtquelle J_1 kommendes Lichtbündel wird durch das Reflexionsprisma 1, ein von der Lichtquelle J_2 kommendes Bündel durch das Prisma 2 in das Kalkspathprisma A gelenkt. Durch dasselbe werden beide Lichtbündel in zwei senkrecht auf einander polarisirte Theile gespalten; die ordentlichen Strahlen werden an der diagonalen Schnittfläche reflektirt, die ausserordentlichen Strahlen gelangen durch das Kalkspathprisma A und die Oeffnung o hindurch in das Nikol'sche Prisma N. Ist dasselbe auf Null gestellt, so lässt es alles Licht hindurch (mit Ausnahme des absorbirten) und ist ferner die Einstellung des Photometers so bewirkt, dass die beiden Hälften des Gesichtsfeldes gleich hell sind, so gilt zur Berechnung des Helligkeitsverhältnisses die allgemein übliche Formel:

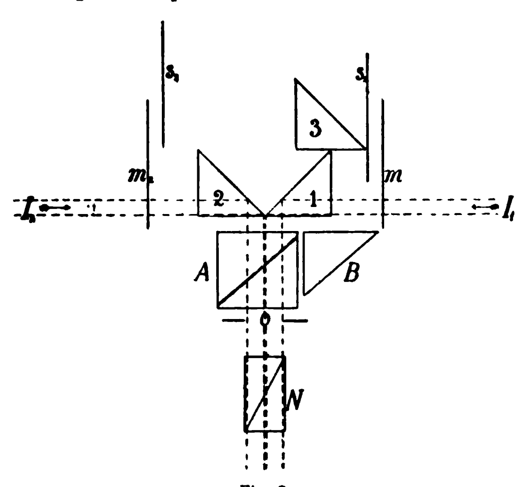


Fig. 3.

$$1) \quad \frac{J_2}{J_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2}.$$

Durch Drehung des Nikols N kann nun die Helligkeit beider Hälften des Gesichtsfeldes in gleichem Verhältnisse abgeschwächt werden; da beide Hälften nur ausserordentlich polarisirte Strahlen enthalten, so erleiden beide die gleiche Schwächung; bei Stellung des Nikols auf 90 Grad sind beide vollkommen dunkel. Es gilt also auch bei jeglicher Stellung des Nikols in diesem Falle die einfache Gleichung 1), so dass auch solche Theilungen, welche, wie an manchen technischen Photometern üblich, Vielfache der Vergleichslichtquelle (Kerzen) angeben, ohne Weiteres verwendbar sind.

Die Drehung des Nikols kann dazu benutzt werden, um eine zu grosse

Helligkeit abzuschwächen, und die für das Auge angenehmste oder für die Messung empfindlichste Helligkeit herzustellen.

2. Anwendung des Photometers mit einseitiger Kompensation.

Der Schieber s_1 wird herausgezogen, während s_2 geschlossen bleibt (Fig. 4). Von der Lichtquelle J_2 gelangt nun nach Reflexion in dem Prisma 2 ein Lichtbündel in das Kalkspathprisma A, desgleichen von der Lichtquelle J_1 in genau derselben Weise, wie unter 1) angegeben. Ausserdem wird aber nun von J_1 ein zweites Lichtbündel zur Wirkung gelangen, welches nach Reflexion in dem Prisma 1 auf das halbe Prisma B fällt und dort in zwei senkrecht zu einander polarisirte Theile zerfällt. Es gehen dann wieder die ausserordentlich polarisirten Strahlen durch das Prisma B hindurch, werden aber in diesem Falle nicht weiter benutzt; während die ordentlichen Strahlen an der Diagonalfläche des Prismas B reflektirt werden; sie erleiden an derjenigen des Prismas A eine nochmalige Reflexion und fallen dann mit dem aus der Lichtquelle J_2 stammenden Lichtbündel zusammen, mit welchem sie in gleicher Richtung aus der Oeffnung o austreten. Der rechtsseitige Theil des Gesichtsfeldes enthält also nur Licht von J_1, welches ausserordentlich polarisirt ist, die linksseitige Hälfte ausserordentlich polarisirtes Licht von J_2 und ordentlich polarisirtes von der Lichtquelle J_1. In Folge des verschiedenen Lichtverlustes auf den beiden Wegen in der Prismenkombination muss der Antheil von J_1, welcher in der linken Hälfte des Gesichtsfeldes erscheint, noch mit einem Faktor x multiplicirt werden, dessen Grösse bei jedem Instrumente angegeben wird.

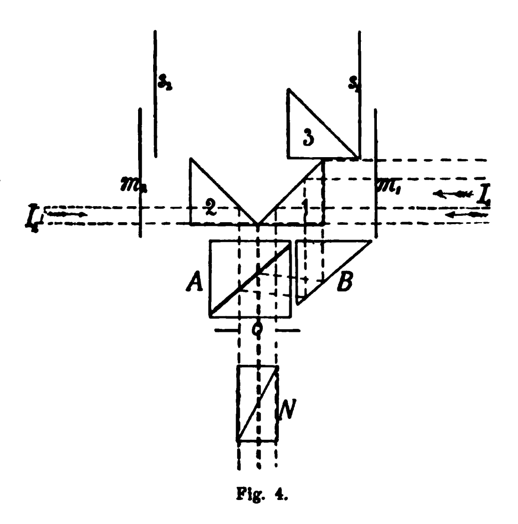


Fig. 4.

Denkt man sich vorerst das Nikol'sche Prisma N entfernt, so ist bei Einstellung auf gleiche Helligkeit der beiden Hälften des Gesichtsfeldes:

$$\frac{J_2}{l_2^2} + x\frac{J_1}{l_1^2} = \frac{J_1}{l_1^2}, \quad \frac{J_2}{l_2^2} = \frac{J_1}{l_1^2}(1-x),$$

also wird das zu bestimmende Helligkeitsverhältniss:

$$2) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{J_2}{J} = \frac{l_2^2}{l_1^2}(1-x).$$

Hat man anstatt des Schiebers s_1 den Schieber s_2 herausgezogen und s_1 geschlossen gelassen, so gelten die vorstehenden Betrachtungen ebenfalls, nur dass an den entsprechenden Stellen J_1 und J_2 mit einander vertauscht werden müssen. Für diesen Fall wird aus vorstehender Gleichung die folgende:

$$2a) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{J_2}{J_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2}\,\frac{1}{1-x}.$$

Das Photometer leistet in gewisser Weise bei dieser Anordnung Aehnliches wie das von mir konstruirte Kompensationsphotometer[1]). Es wird ein bestimmter

[1]) Centralblatt für Elektrotechn. **7.** S. 716; Journ. f. Gasbel. 1885. S. 685 und Strecker, Elektrotechn. Zeitschr. **8.** S. 305.

(von der Grösse x abhängiger) Theil der einen Lichtquelle zu den Strahlen der anderen Lichtquelle hinzugemischt. Dadurch wird der Helligkeitsunterschied und damit gegebenen Falls auch die Photometerlänge, ferner aber auch der Farbenunterschied zwischen den beiden Lichtquellen vermindert und dadurch die photometrische Vergleichung bedeutend erleichtert.

Das Grosse'sche Photometer erlaubt aber des Weiteren die Grösse des hinzuzumischenden Theiles in bestimmten Grenzen beliebig zu verändern, wenn man das bei der bisherigen Betrachtung ausser Acht gelassene Nikol'sche Prisma N in Anwendung bringt.

Bei Stellung des Nikols auf den Nullpunkt der Theilung werden sämmtliche ausserordentlich polarisirte Strahlen durch dasselbe hindurch gelassen, die ordentlichen dagegen ausgelöscht. Wird das Nikol dagegen um 90 Grad gedreht, so findet das umgekehrte Verhältniss statt und bei Zwischenstellungen wird von jedem der Strahlensysteme ein aus dem Drehungswinkel berechenbarer Antheil hindurchgelassen. Ist das Nikol'sche Prisma auf Null eingestellt, so werden die aus dem Halbprisma B kommenden Strahlen vernichtet, so dass man mit demselben ebenso arbeiten kann, als wenn die beiden Schieber s_1 und s_2 geschlossen wären, wie solches bei der unter 1) beschriebenen Anordnung der Fall ist.

Ist das Nikol'sche Prisma um den Winkel φ gedreht, so wird die Helligkeit der ausserordentlichen, also der nur durch das Prisma A gegangenen Strahlen in dem Verhältnisse $1 : \cos^2 \varphi$ geschwächt, die Helligkeit der ordentlichen, also in dem Halbprisma B reflektirten Strahlen in dem Verhältnisse $1 : \sin^2 \varphi$. Bei Einstellung auf gleiche Helligkeit der beiden Hälften des Gesichtsfeldes hat man also die Beziehungen:

$$\frac{J_2}{l_2^2} \cos^2 \varphi + x \frac{J_1}{l_1^2} \sin^2 \varphi = \frac{J_1}{l_1^2} \cos^2 \varphi; \qquad \frac{J_2}{l_2^2} = \frac{J_1}{l_1^2} (1 - x \tan^2 \varphi),$$

oder:

$$3) \; \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{J_2}{J_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2} (1 - x \tan^2 \varphi).$$

Für den Fall, dass man den Schieber s_1 schliesst und s_2 öffnet, wird das Verhältniss der Helligkeiten:

$$3a) \; \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{J_2}{J_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2} \cdot \frac{1}{1 - x \tan^2 \varphi}.$$

Man sieht aus der Formel 3) und 3a), dass die Anwendung des analysirenden Nikol'schen Prismas nur in bestimmten Theilen der Kreistheilung möglich ist. Die äussersten Grenzen des Drehungswinkels ergeben sich, wenn entweder:

$$1 - x \tan^2 \varphi = 1, \qquad \text{oder} \qquad 1 - x \tan^2 \varphi = 0,$$

also

$$\tan \varphi = 0 \quad (\varphi = 0), \qquad \text{oder} \qquad \tan \varphi = \sqrt{x} \quad (\varphi = \operatorname{arc} \tan \sqrt{x})$$

ist. Der letztere Werth ist also von der Konstante x eines jeden Instrumentes abhängig. Für den benutzbaren Theil der Kreistheilung werden ausführliche Tabellen über den Werth des Faktors $1 - x \tan^2 \varphi$ beziehungsweise $1/_{1 - x \tan^2 \varphi}$ jedem Instrumente beigegeben, so dass bei der Anwendung desselben die Grösse l_2^2/l_1^2 nur mit dem entsprechenden aus jenen Tabellen zu entnehmenden Werthe zu multipliciren ist.

Der praktische Nutzen der Anbringung des Nikol'schen Prismas besteht also in Folgendem: Bei zwei verschiedenfarbigen Lichtquellen kann man die Mischung durch verschiedene Drehung des Nikols in beliebigem Grade herstellen, man kann

einen beliebig grossen Theil der stärkeren Lichtquelle zu dem Lichte der schwächeren hinzufügen. Man kann ferner wie bei der Anordnung 1) durch verschiedene Stellung des Nikols eine verschiedene Helligkeit des Gesichtsfeldes herstellen und dadurch diejenige Helligkeit herbeiführen, bei welcher die genauesten Messungen möglich sind. Endlich kann man vollständig von einander unabhängige Kontrolversuche vornehmen durch verschiedene Drehung des Nikol'schen Prismas; da hierdurch verschiedene Helligkeitsverhältnisse der beiden Hälften des Gesichtsfeldes herbeigeführt werden, so sind also zur Herstellung gleicher Helligkeit verschiedene Entfernungen des ganzen Photometerkopfes von den beiden Lichtquellen nöthig, welche zur gegenseitigen Kontrole dienen können.

3. Anwendung des Photometers mit doppelter Kompensation.

Es werden beide Schieber s_1 und s_2 herausgezogen (Fig. 5), so dass von beiden Lichtquellen J_1 und J_2 sowohl ein Strahlenbündel durch die Oeffnung o gelangt, welches nur durch das Kalkspathprisma A gegangen ist und in Folge dessen nur ausserordentlich polarisirtes Licht enthält, als auch ein anderes, nur aus ordentlich polarisirten Strahlen bestehendes, welches an der Diagonalfläche des Halbprismas B reflektirt worden ist. Dabei fällt dann immer ein ordentlich polarisirtes Bündel jeder Lichtquelle mit einem ausserordentlich polarisirten der anderen Lichtquelle zusammen.

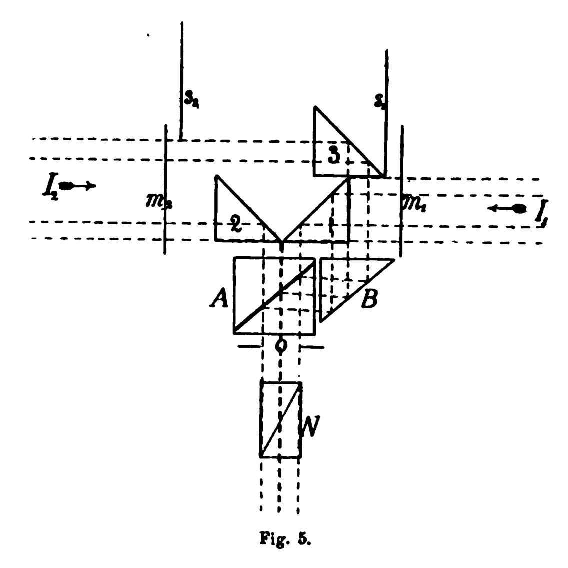


Fig. 5.

Bei dieser Anordnung findet eine ausserordentlich vollständige Mischung der von den beiden Lichtquellen J_1 und J_2 kommenden Strahlen statt und es entsteht in beiden Hälften des Gesichtsfeldes fast die gleiche Mischfarbe, so dass eine photometrische Vergleichung der verschiedenfarbigen Lichtquellen mit bisher nicht erreichter Leichtigkeit dadurch ermöglicht wird. Aus diesem Grunde ist auch als äusserst bezeichnend der Name „Mischungs-Photometer" für dieses Instrument gewählt worden.

Zur Ermittlung der nun stattfindenden Beziehungen zwischen den Helligkeiten der beiden Lichtquellen und den Ablesungen am Instrumente sei zuerst wieder der Fall angenommen, dass man ohne Nikol'sches Prisma N beobachtet. Bei Einstellung auf gleiche Helligkeit beider Hälften des Gesichtsfeldes hat man dann die Gleichungen:

$$\frac{J_2}{l_2^2} + x\frac{J_1}{l_1^2} = \frac{J_1}{l_1^2} + x\frac{J_2}{l_2^2}, \qquad \frac{J_2}{l_2^2}(1-x) = \frac{J_1}{l_1^2}(1-x),$$

oder das Helligkeitsverhältniss:

$$4) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{J_2}{J_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2}.$$

Der Faktor x ist also gänzlich fortgefallen, die Berechnung des Helligkeitsverhältnisses erfolgt einfach nach dem Verhältniss der Quadrate der Entfernungen wie bei dem gewöhnlichen Bunsen'schen Photometer und die häufig üblichen Skalen,

auf welchen unmittelbar der Werth des Verhältnisses l_2^2/l_1^2 abgelesen wird, sind auch hier anwendbar.

Es ergiebt sich hier ein sehr einfaches Mittel, am Instrumente selbst die Grösse der Konstante x zu bestimmen, und zwar dadurch, dass man einmal mit der Anordnung 2) das Helligkeitsverhältniss zweier Lichtquellen bestimmt, und das andere Mal mit der Anordnung 3). Erhält man nach Gleichung 2):

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2}(1 - x),$$

und nach Gleichung 4):

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{L_2^2}{L_1^2},$$

so ergiebt sich durch Gleichsetzung beider Ausdrücke für $\frac{J_2}{J_1}$:

$$\frac{l_2^2}{l_1^2}(1 - x) = \frac{L_2^2}{L_1^2}, \quad \text{und} \quad x = \frac{l_2^2 L_1^2 - l_1^2 L_2^2}{l_2^2 L_1^2} \text{ [1]}.$$

Benutzt man bei dieser Anordnung 4) das Nikol'sche Prisma N, so zeigt sich eine höchst interessante Eigenschaft des Instrumentes. Bei Herstellung gleicher Helligkeit in beiden Hälften des Gesichtsfeldes durch eine Drehung des Nikols um den Winkel φ muss folgende Gleichung stattfinden:

$$\frac{J_2}{l_2^2}\cos^2\varphi + x\frac{J_1}{l_1^2}\sin^2\varphi = \frac{J_1}{l_1^2}\cos^2\varphi + x\frac{J_2}{l_2^2}\sin^2\varphi,$$

oder:

$$\frac{J_2}{l_2^2}(\cos^2\varphi - x\sin^2\varphi) = \frac{J_1}{l_1^2}(\cos^2\varphi - x\sin^2\varphi); \qquad \frac{J_2}{J_1} = \frac{l_2^2}{l_1^2}.$$

Also ebenso wie der Faktor x verschwand, fällt auch das von dem Drehungswinkel des Nikol'schen Prismas abhängige Glied aus der endgiltigen Gleichung fort. Es erfolgt nämlich die durch Drehung des Nikols bewirkte Vermehrung oder Verminderung der Helligkeit in genau dem gleichen Maasse für die Strahlen der beiden Lichtquellen in Folge der symmetrischen Anordnung des Instrumentes. Man wird also durch eine Drehung des Nikols N weder das Mischungsverhältniss, noch das Helligkeitsverhältniss der beiden Hälften des Gesichtsfeldes ändern können.

Dieses ist aber nur dann der Fall, wenn auf gleiche Helligkeit beiderseits eingestellt ist, bei jeder anderen Stellung nicht. Ist z. B. die linke Hälfte des Gesichtsfeldes m-mal so hell wie die rechte, so besteht die Gleichung:

$$m = \frac{\frac{J_2}{L_2^2}\cos^2\varphi + x\frac{J_1}{L_1^2}\sin^2\varphi}{\frac{J_1}{L_1^2}\cos^2\varphi + x\frac{J_2}{L_2^2}\sin^2\varphi}.$$

Die Grösse m wird aber hier, wie leicht ersichtlich, für verschiedene Werthe von φ, also für verschiedene Drehungen des Nikol'schen Prismas, verschiedene Werthe annehmen, da nur, wenn $m = 1$ ist, die Faktoren J_2/L_2^2 und J_1/L_1^2 einander gleich sind.

Wenn also bei Drehung des Nikols nur dann keine Veränderung des Helligkeitsverhältnisses der beiden Hälften des Gesichtsfeldes eintritt, wenn beide Hälften gleich hell sind, so lässt sich diese Eigenschaft auch umgekehrt so ausdrücken: Gleichheit der Intensität ist dann vorhanden, wenn bei Drehung des Nikols N sich keine Veränderung der Helligkeit auf beiden Seiten zeigt. Dieses ist nun eine ganz

[1] Wegen anderer Methoden zur Bestimmung der Grösse x siehe W. Grosse a. a. O.

neue Kontrole für die Richtigkeit der Einstellung, welche die Sicherheit der Messung erhöhen wird. Während bei den bisherigen Photometern der Beobachter unmittelbar die Entscheidung treffen musste, ob zwei einander benachbarte Felder gleich hell sind, erkennt er hier ihre gleiche Helligkeit daran, dass bei Drehung des Nikols keine Veränderung in dem Helligkeitsverhältnisse stattfindet. Dieses neue Kriterium für die richtige Einstellung auf gleiche Helligkeit bedeutet also eine Verbesserung der bisherigen Messungsmethoden.

Die Form, in welcher das Grosse'sche Mischungsphotometer in Vorstehendem beschrieben wurde, ist den gewöhnlichen sehr verbreiteten Bunsen'schen Photometern angepasst, so dass es einfach an die Stelle der entsprechenden Bunsen'schen Vorrichtung gesetzt werden kann.

Mit Leichtigkeit lässt sich dieses Photometer aber auch in eine solche Form bringen, dass, wie bei dem Weber'schen Photometer, die Richtungen der von den beiden Lichtquellen kommenden Strahlen senkrecht zu einander sind; die dann erforderliche Anordnung zeigt Fig. 6. Hier ist die Bezeichnung der einzelnen Theile ganz entsprechend der Fig. 1 gewählt worden. Es ist hier nur ein einziges Reflexionsprisma 2 nothwendig, durch welches die von der Lichtquelle J_2 kommenden Strahlen um 90 Grad abgelenkt werden, während die von J_1 kommenden Strahlen, ohne Ablenkung zu erfahren, auf die Polarisationsprismen A und B fallen.

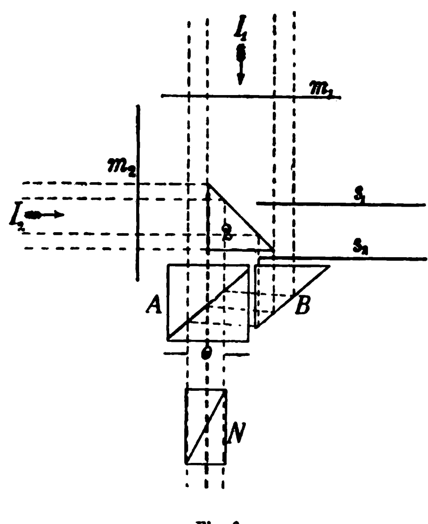


Fig. 6

Sind die Schieber s_1 und s_2 geschlossen, so findet keine Mischung der Strahlenbündel statt; bei Oeffnung von s_2 erhält man eine einseitige Kompensation, bei Oeffnung beider Schieber s_1 und s_2 eine doppelte Mischung wie bei der ersten Anordnung. Sämmtliche dort gemachten Betrachtungen gelten auch hier, nur müssen wegen des ungleichen Lichtverlustes der von den beiden Lichtquellen kommenden Strahlenbündel (die Strahlen von J_2 erleiden in dem Prisma 2 einen Reflexionsverlust) die für das Helligkeitsverhältniss J_2/J_1 entwickelten Ausdrücke noch mit einer neuen Konstante c multiplicirt werden, welche für jedes Instrument zu bestimmen ist.

Es braucht kaum hervorgehoben zu werden, dass das Grosse'sche Mischungs-Photometer in den beschriebenen Formen sich nicht nur zur Bestimmung der Helligkeit der Lichtquellen sondern auch zur Messung der Flächenhelligkeit diffus ausstrahlender Oberflächen, der Wolken, des Himmels u. s. f. eignet nach den Methoden, welche von L. Weber hierfür ausgearbeitet wurden.

Magnettheodolit für Orientirungsmessungen.

Von

W. Breithaupt in Kassel.

In neuerer Zeit wird den Orientirungsmessungen mit dem Magneten wieder grössere Wichtigkeit beigelegt, was wohl seinen Grund darin haben mag, dass der Anwendung des Lothverfahrens häufig Hindernisse entgegen stehen, z. B. die Un-

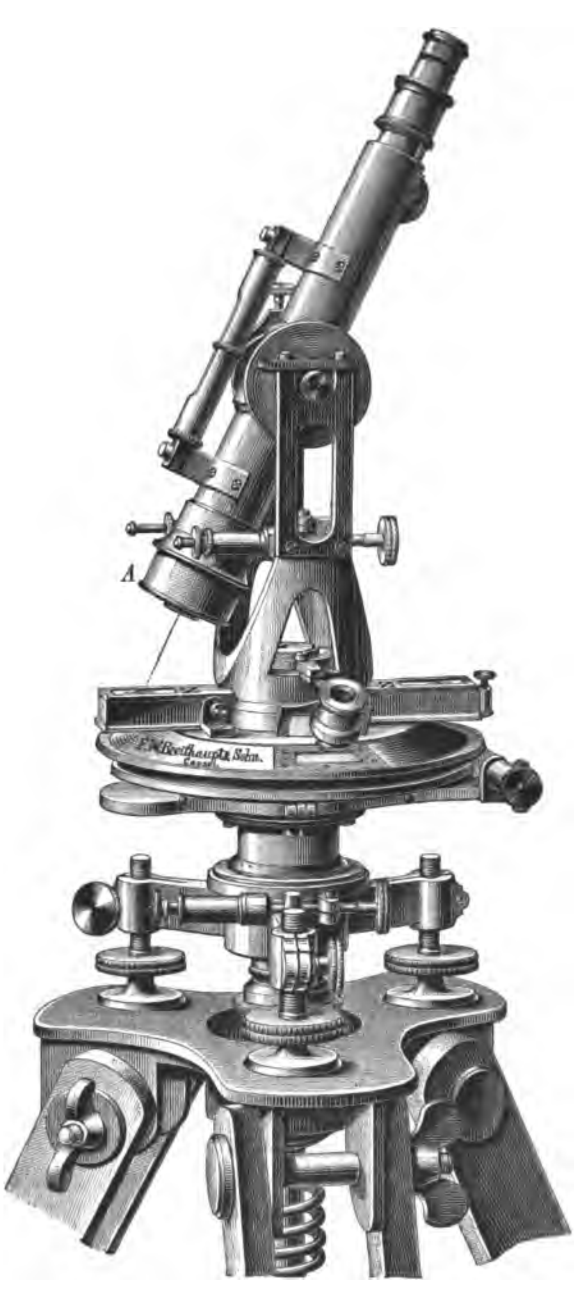
möglichkeit, den betreffenden Schacht frei zu machen und die Förderung zu unterbrechen. Ist nun gar der verbindende Schacht ein nicht ganz seigerer, so muss im nicht magnetischen Gebirge, wenn man von einem Polygonzuge absehen will, eine Orientirungsmessung mit dem Magneten vorgenommen werden. So hat sich das dringende Bedürfniss nach einem dazu geeigneten einfachen und dauerhaften Instrumente herausgebildet, dessen Bussole in sicherer, bequem zu prüfender Verbindung eine genauere Ablesung der Magnetnadel wie bisher zulässt. Die seitherigen, mir bekannt gewordenen Versuche, dieses Ziel durch Hinzufügen von Lupen, ja selbst Mikroskopen und Anbringung von Nonien auf der Magnetnadel zu erreichen, führten zu keinem besseren Resultate. Ein wichtiger Vorschlag, den Orientirungsmessungen eines Magnettheodoliten grössere Genauigkeit zu geben, rührt wohl zuerst von Gambey[1]) her, welcher das Fernrohr der Cassini'schen Deklinationsbussole durch Vorsetzen einer Linse beliebig in ein Mikroskop verwandelte und daher zur Pointirung auf die Magnetnadel geeignet machte. Denselben Gedanken hat auch mein Grossvater F. W. Breithaupt bei einem 1826 ausgeführten Deklinatorium (ob durch Gambey angeregt, oder unabhängig von ihm, lässt sich nicht mehr ermitteln) zur Anwendung gebracht. Auch Prof. J. Weisbach hat zur Bestimmung des Kollimationsfehlers der Indexlinie seines neuen Magnettheodoliten ein zweites Objektivglas vor das Hauptobjektiv des Beobachtungsfernrohres gesteckt und dasselbe dadurch in ein Mikroskop verwandelt[2]).

Ich habe neuerdings dieselbe Idee wieder aufgegriffen und Anfangs dieses Jahres das weiter unten beschriebene Orientirungsinstrument konstruirt, was nach den von Herrn Oberbergamtsmarkscheider Brathuhn in Klausthal gemachten Versuchen zu Orientirungsmessungen vollkommen brauchbar ist[3]). Die Anwendung der von Borchers angegebenen und von Brathuhn weiter verbesserten Kollimatorvorrichtung[4]) liefert bei Orientirungsmessungen jedenfalls die besten Resultate, doch verlangt dieser Apparat sehr sorgfältige Behandlung; die Torsion des Fadens muss berücksichtigt werden, und ein Reissen desselben kann sehr störend wirken; bei starkem Wind ist die Beobachtung fast unmöglich. Ich blieb deshalb bei auf Spitze spielender Magnetnadel, deren Ablesung durch die erwähnte Verwendung des Fernrohrs als Mikroskop so genau wird, dass die Fehlergrenze der Orientirungsmessungen auf eine halbe Minute herabgemindert werden kann, während die gebräuchlichen Theodolite mit Bussolen und deren Ablesung durch Lupen in Folge störender Parallaxe-Wirkungen und anderer Nachtheile (nach den bekannteren Lehrbüchern) Fehler bis zu 6 Minuten, 10 Minuten und mehr ergeben. Hierzu kommt die Schwierigkeit, die Bussole in die Linie 360° — 180° parallel der Visirlinie oder in eine Vertikalebene mit der Visirlinie einzustellen.

Bei Orientirungsmessungen kommt es bekanntlich besonders darauf an, die Variationen der Magnetnadel zu berücksichtigen. Diese Variationen sind für grössere Gebiete, zu gleichen Zeiten beobachtet, die nämlichen; z. B. differirten die am 4. August 1887 in Klausthal und Wilhemshaven angestellten Variationsbeobachtungen

[1]) Biot, Lehrbuch der Experimentalphysik, deutsch von Fechner. 3. Bd. 3. Aufl. Leipzig 1825. S. 110. — Gehlert's Physik. Wörterbuch. Bd. 1. Leipzig 1825 S. 133. — Vgl. auch Wüllner's Experimentalphysik Bd. 4. 2. Aufl. Leipzig 1872. S. 133. — [2]) Civil. Ingenieur. 1854. Neue Folge Bd. 1. S. 13. 1863. Bd. 9. S. 113. Die letztere Abhandlung von Dr. A. Weisbach. — In seinem „Lehrbuche der Markscheidekunst, 1859“ erwähnt Weisbach diese Art der Einstellung der Nadel nicht. — [3]) Prüfung des Breithaupt'schen Orientirungs-Instruments. Von Brathuhn, Oesterreich. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen Bd. 35. — [4]) Vgl. die Werke von Borchers und Brathuhn, wie auch die Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen. Bd. 35.

im Mittel nur um 9 Secunden; auch zeigen die graphischen Darstellungen des magnetischen Vereins in den Variationskurven von Göttingen und Breslau keinen wesentlichen Unterschied. Es genügt daher, sich vor einer Orientirungsmessung mit dem nächsten magnetischen Observatorium in Verbindung zu setzen, mit demselben zu gleichen Zeiten die Magnetnadel zu beobachten und die von dort erhaltenen Variationswerthe in Rechnung zu bringen. Schon eine Millimeterskale, in einiger Entfernung vom Instrument befestigt, genügt, um die Messung von den Fehlern der Variation zu befreien, die Winkelmessung auf einerlei Deklination zu reduciren. Am 11. März habe ich zu gleichen Zeiten mit dem magnetischen Observatorium in Klausthal die Variationen auf diese Weise beobachtet und folgende Werthe (s. Tabelle a. f. S.) erhalten, die schon einen Beweis der Empfindlichkeit der Magnetnadel und der Zuverlässigkeit ihrer Ablesung ergeben. Die Skale war in einer Entfernung von 7 *m* vom Instrument befestigt, der Werth eines Skalentheiles wurde zu 19 Sekunden bestimmt.



Das Instrument[1]) selbst stimmt in seiner Form (siehe Figur) mit dem Grubentheodoliten in seiner vollkommensten Konstruktion überein und soll eben auch als solcher gebraucht werden. Das Fernrohr lässt sich durchschlagen und mit seiner Axe zur bequemen Beseitigung des Kollimationsfehlers umlegen; zur vorläufigen Horizontirung dient eine Dosenlibelle, zur genauen Vertikalstellung der Vertikalaxe, sowie zur Prüfung der rechtwinkligen Lage der Horizontalaxe gegen die Vertikalaxe eine Reiterlibelle; ausserdem befindet sich noch eine Libelle auf dem Fernrohr; das Instrument lässt sich über und unter einem Punkt einlothen. Kreis und Nonien sind durch eine Ver-

[1]) Wie mir die Redaktion dieser Zeitschrift mittheilt, hat Prof. J. Weisbach ein dem meinigen gleiches Instrument kurz vor seinem Tode von Aug. Lingke in Freiberg i. S. bauen lassen. Eine Beschreibung desselben ist aber nicht veröffentlicht worden und das Instrument ist mir ganz unbekannt geblieben.

deckung geschützt, sowie mit centralen Klemmen und Federmikrometerwerken versehen. Sollen auch Höhenwinkel mit dem Instrument gemessen werden, so lässt sich leicht ein Höhenkreis mit verdeckter Theilung und Alhidadenlibelle anbringen. Der Kopf und die Schuhe des Statives sind von Bronze. Die Bussole ist centrisch auf der Alhidade derart befestigt, dass die Mittellinien des Bussolenkästchens vertikal unter die Visirlinie zu bringen sind. Die Magnetnadel trägt zwei kleine Silberplatten mit feinen Indexlinien, die genau durch den Aufhängepunkt gehen. Zum Einstellen dieser Indexstriche dient eine Linse, welche sich vor das Objektiv klappen lässt, und auch eine Verstellung gegen die Nadel erlaubt, so dass Signal und Nadel mit ein und derselben Stellung des Okularauszugs anvisirt werden können. Zur Prüfung der Lage des Kästchens bezw. der Nadel dient eben das Fernrohr mit vorgesetzter Linse, indem man durchschlägt und sich überzeugt, ob die Indexlinien der beiden Pole sich zwischen den Parallelen des Fadenkreuzes zeigen. Die Bussole kann leicht entfernt werden, wenn das Instrument nur als Theodolit benutzt werden soll.

	Kassel.	Klausthal.	Differenz.		Kassel.	Klausthal.	Differenz.
$9^h\ 0^m$	0″	0″	0″	$11^h\ 0^m$	0″	0″	0″
2	0	− 6	+ 6	2	+ 28	+ 20	+ 8
4	0	− 6	+ 6	4	+ 57	+ 44	+ 13
6	− 19	− 6	− 13	6	+ 38	+ 51	− 13
8	− 19	− 8	− 11	8	+ 19	+ 88	− 69
10	− 47	− 12	− 35	10	+ 28	+ 40	− 12
12	− 38	− 13	− 25	12	+ 28	+ 53	− 25
14	− 47	− 14	− 33	14	+ 19	+ 52	− 33
16	− 57	− 16	− 41	16	+ 76	+ 81	− 5
			Mittel − 16″				Mittel − 15″

Will man mit dem Orientirungsinstrument nun den Winkel bestimmen, den eine Dreiecksseite über Tage oder eine Polygonseite des Grubenzuges mit der Richtung der Magnetnadel einschliesst, so ist dasselbe in einem Punkt *A* der Seite aufzustellen, genau zu horizontiren und zu centriren. Sind die Nullpunkte der Nonien I und II auf 360° bezw. 180° des Kreises eingestellt, so wird in der Richtung des magnetischen Meridians eine Millimeterskale in geringer Entfernung befestigt und der Werth der Theile bestimmt. Jetzt öffnet man die Arretirung, klappt die Linse vor das Objektiv und führt, nachdem die Nadel zur Ruhe gekommen, mit der Feinstellung des Kreises die Parallelfäden des Fadenkreuzes im Fernrohr über die Indexlinien der Magnetnadel. Darauf schlägt man die Linse zurück und visirt die Skale an, notirt den betreffenden Millimeterstrich, der in der Mitte der Fäden sich zeigt, löst dann den oberen Klemmknopf und dreht die Alhidade mit dem Fernrohr nach einem zweiten Punkt *B* der Linie, deren Richtung bestimmt werden soll, visirt denselben ein und liest den Winkel ab. Dann öffnet man die untere Klemme und dreht Kreis mit Alhidade und Fernrohr auf die erste Stellung zurück, klappt die Linse vor das Objektiv und führt die Parallelfäden des Fernrohrs über die Indexlinie der Magnetnadel, klappt die Linse zurück, visirt die Skale an, notirt den betreffenden Millimeterstrich, öffnet wieder die obere Klemme und visirt nach *B* u. s. w., bringt also das Repetitionsverfahren in Anwendung, zu welchem Zwecke der Theodolit in bekannter Weise eingerichtet ist. Die sich an der Skale zeigenden verschiedenen Werthe entsprechen den Variationen der Magnetnadel und geben ein Mittel an die Hand, die

einzelnen Messungen auf gleiche Deklination zu reduciren. Immerhin ist es rathsam, die registrirten Tagesbeobachtungen des nächstliegenden magnetischen Observatoriums zu benutzen.

Zur Ausführung einer Orientirungsmessung ist das Einvisiren nur eines Nadelpols erforderlich; will man aber absolute Deklinationsbestimmungen machen, so sind beide Pole, bezw. deren Indexstriche einzuvisiren. Hierbei tritt eben der Vorzug dieser Konstruktion zu Tage, indem sich durch Anvisiren der beiden Markirungslinien des Bussolenkästchens und genaues Einstellen derselben zwischen die Parallelen des Fadenkreuzes die Bussole genau in eine Vertikalebene mit der Visirlinie bringen lässt.

Am 18. und 19. Juli habe ich einen Streichwinkel dreimal gemessen. Ich lasse die Messungen hier folgen und bemerke, dass die Ablesungen der Skale auf 307 reducirt sind und ein Theil 19 Secunden entspricht. Eine Zunahme der Skalentheile bedeutet eine Zunahme der Deklination:

Zeit.	Skalen-Ablesung.	Reduktion auf 307.	Ablesung am Theodoliten.	Anzahl der Repetit.	Streichwinkel.
Juli 18. 4^h 0^m	307				
2	299				
4	310	— 21,5 =			
6	297,5	— 6′ 48″	55° 45′ 52″	6	$\frac{55^\circ 45' 52'' + 6' 48''}{6} = 9^\circ 18' 47''$
8	303				
10	304				
„ „ 6 0	303,5				
2	303,5				
4	307	— 19,5 =			
6	303,5	— 6′ 10″	55 44 30	6	$\frac{55^\circ 44' 30'' + 6' 10''}{6} = 9 \quad 18 \quad 27$
8	303,5				
10	301,5				
„ 19. 7 0	284				
2	280				
4	278	— 157 =			
6	276	— 49′ 43″	55 0 37	6	$\frac{55^\circ 0' 37'' + 49' 43''}{6} = 9 \quad 18 \quad 22$
8	283				
10	284				

Diese Resultate dürften wohl befriedigen. Die Beobachtung der Nadel, der Skale und das Anvisiren des Endpunktes der Orientirungslinie ist bequem in zwei Minuten zu machen, die Nadel braucht zur Beruhigung etwa eine Minute. Besondere Sorgfalt ist auf die Eisenfreiheit des Anzugs zu verwenden; eisenhaltige Knöpfe, Haken u. s. w. sind zu entfernen.

Einen kurzen Auszug aus der oben erwähnten Prüfung dieses Orientirungsinstrumentes, welche Herr Oberbergamtsmarkscheider Brathuhn, dem ich an dieser Stelle dafür meinen Dank ausspreche, vorzunehmen die Güte hatte, lasse ich zum Schlusse noch folgen.

Die Untersuchungen wurden auf folgende Weise ausgeführt: In der Nähe des Gauss'schen Deklinatoriums in Klausthal ist ein kleines Bretterhäuschen errichtet, in dessen Mitte sich ein Pfeiler zum Aufstellen des Theodoliten befindet. Das Azimuth mehrerer Linien von der Mitte des Pfeilers nach Festpunkten ist

genau bekannt und eine dieser Linien liegt in der Richtung der mittleren Deklination; die letztere wurde als Orientirungslinie zu Versuchen benützt und das Streichen derselben mehrere Tage hindurch wiederholt derartig gemessen, dass zuerst mit Hilfe der vor dem Objektiv befindlichen Lupe das Fernrohr auf den Indexstrich der Nadel eingestellt, sodann nach dem Zurückklappen der Lupe das Fernrohr in die Richtung der Orientirungslinie gebracht und dann der Winkel abgelesen wurde. Diese Winkelmessung wurde mehrmals wiederholt.

Die hierdurch erhaltenen Winkel α (s. unten die Tabelle) sind sodann von dem durch die Magnetvariation verursachten Fehler befreit worden, wozu die gleichzeitigen Beobachtungen im nahe dabei befindlichen Deklinatorium die erforderlichen Zahlenwerthe liefern.

Da aus diesen Ablesungen im Deklinatorium auch ohne Weiteres die absolute Deklination abgeleitet werden konnte und, wie schon gesagt, das Azimuth der zu den Versuchen benutzten Orientirungslinie bekannt war, so wurde bei jeder Bestimmung des Streichens auch der Winkel ermittelt, um welchen das Breithaupt'sche Instrument die Magnetdeklination abweichend ergab.

Die Leistungsfähigkeit des Instrumentes musste bei den Versuchen in zwei Richtungen geprüft werden. — Einmal durften die von der Variation befreiten Werthe des Winkels α, d. h. des Winkels, welcher durch Einstellen des Fernrohres auf die Magnetnadel und auf das Endsignal der Orientirungslinie erhalten wurde, in einer Versuchsreihe keine grossen Unterschiede zeigen und sodann musste das Streichen der Orientirungslinie immer gleich gross gefunden werden, oder, was in diesem Falle dasselbe bedeutete, die Abweichung von der absoluten Deklination sich stets nahezu gleich bleiben.

In der ersten Richtung fielen die Versuche fast immer zufriedenstellend aus, aber in der zweiten Richtung liessen sie anfangs zu wünschen übrig. Erst nachdem die Fehlerquelle gefunden war und vermieden wurde, waren auch die Ergebnisse bezüglich des Streichwinkels gute zu nennen. Die Fehlerquelle bestand in einer geringen Bewegbarkeit des Kompasskästchens. — Die Resultate der Beobachtungen sind in folgender Tafel zusammengestellt.

Zeit der Beobachtung	Winkel α ohne Variationsverbesserung.		Variationen nach dem Deklinator.		Verbessert. Winkel α.		Zeit der Beobachtung	Winkel α ohne Variationsverbesserung.		Variationen nach dem Deklinator.		Verbessert. Winkel α.	
	Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.		Min.	Sec.	Min.	Sec.	Min.	Sec.
No. 1.							No. 2.						
$9^h\ 48^m$	13	0	0	0	13	0							
53	14	0	+	5	14	5	$11^h\ 2^m$	9	0	0	0	9	0
55	13	45	+	14	13	59	5	9	30	+ 0	22	9	52
59	12	45	+	16	13	1	8	10	0	+ 0	24	10	24
10 2	13	45	+	38	14	23	17	9	15	+ 0	54	10	9
5	12	45	+	38	13	23	21	8	15	+ 1	18	9	33
7	13	10	+	38	13	48	24	8	45	+ 1	30	10	15
			Mittel =		13	40				Mittel =		9	52

Hieraus ergiebt sich ein mittlerer Fehler der ersten Reihe von $\pm 32''$, der zweiten von $\pm 39''$. Die absolute Deklination wurde um $7'31''$, bezw. $7'44''$ zu klein erhalten. — Zum Schluss bemerkt Brathuhn:

„Die mittleren Fehler bei Bestimmung des Winkels α zeigen eine genügende

Leistungsfähigkeit des Instrumentes, welche nach meiner Erfahrung die der besseren Instrumente mit Spitzenaufhängung der Nadel übertrifft. Hervorzuheben ist namentlich die grosse Schärfe der Einstellung des Fernrohres auf den Indexstrich der Magnetnadel."

Ueber Winkelprismen und ihren Gebrauch zur Einschaltung von Punkten in eine Gerade.

Von

Prof. Dr. C. Bohn in Aschaffenburg.

Nach der im vorletzten Hefte dieser Zeitschrift, S. 283 enthaltenen Mittheilung von Prof. F. Lorber: *Ueber das neue Prismenkreuz von Starke & Kammerer* möchte es scheinen, als seien bisher die festen Bilder der Winkelprismen nicht zur Auffindung eines Zwischenpunktes einer Geraden (zur Absteckung von 180°) benutzt worden, oder wenigstens, als könnten bei der von Bauernfeind angegebenen Zusammenstellung nur die beweglichen Bilder dienen. Das ist nicht so.

Hält man die gemeinsame Kathetenebene des alten Prismenkreuzes ungefähr in die Richtung der fraglichen Geraden und blickt nach der Mitte der Flächen, so sieht man in jedem Prisma ein bewegliches Bild, entstanden durch einmalige und zwar vollständige Spiegelung an den Hypotenusenflächen. Diese Bilder sind heller als alle anderen und insofern die am zweckmässigsten zu verwendenden.

Blickt man bei derselben Haltung des Prismenkreuzes schief entweder nach dem linken, oder nach dem rechten Ende der in einer Ebene gelegenen Kathetenflächen, so sieht man im oberen und im unteren Prisma je ein festes, durch zwei Spiegelungen entstandenes Bild. Bringt man die derartigen Bilder von Stäben, welche die Endpunkte der Geraden bezeichnen, zur Deckung (eines als Verlängerung des anderen), so steht man sehr nahezu mit dem Prismenkreuze auf der Geraden. Das eine feste Bild erscheint nahe an der scharfen, das andere nahe an der rechtwinkligen Kante (wonach die Bemerkung in einem verbreiteten Lehrbuche: „3. der feste Strahl ist nur in der Nähe einer scharfen Kante zu suchen", zu berichtigen ist).

Da man die Prismen des Prismenkreuzes, ohne sie aus der Fassung nehmen zu müssen, zum Abstecken rechter Winkel (und zwar nach den beiden zu erwähnenden Arten α und β) gebrauchen kann, so leistet eigentlich das Bauernfeind'sche Prismenkreuz alles, was zu verlangen ist, und es besteht kein dringender Grund zu einer Abänderung; man führt aber die allerdings etwas unbequeme und umständliche Berichtigung gegen dasselbe an und rechtfertigt damit eine neue Anordnung.

Seit längerer Zeit verfahre ich, wie folgt, um aus zwei richtig geschliffenen Winkelprismen einen „Einrichter" herzustellen, der gar keiner Berichtigung bedarf. Auf den Deckel meines Taschenbuches ziehe ich einen geraden Strich und klebe mit etwas Wachs zwei Winkelprismen so auf, dass die Hypotenuse der oberen Grundfläche des einen den Strich von unten, die Hypotenuse der unteren Grundfläche des anderen den Strich von oben berührt und die beiden Prismen, wie Fig. 1 zeigt, einige Millimeter über einander greifen. Die Hypote-

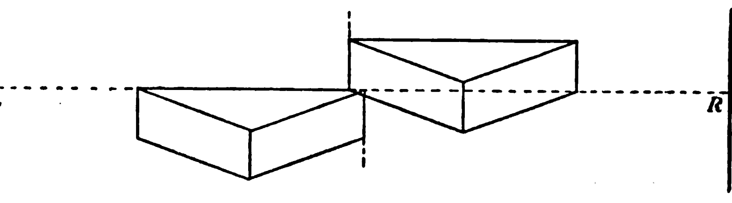


Fig. 1.

nusenflächen liegen beide in derselben Ebene, nämlich in jener des Buchdeckels. Wird diese annähernd in die Richtung der Geraden gehalten und gegen den gemeinsamen, einige Millimeter breiten Bezirk beider Prismen annähernd rechtwinklig geblickt, so sieht man im unteren Prisma das feste Bild des Stabes L und im oberen das feste Bild des Stabes R. Bringt man durch Vor- oder Rückwärtsgehen beide Bilder zur Deckung, so ist ein Punkt, der wenige Millimeter (desto weniger, je näher die Bilder an den scharfen Kanten erscheinen) vor der Ebene der Hypotenusenflächen oder des Buchdeckels im gemeinschaftlichen Bezirke liegt, auf der Geraden LR. Die Unsicherheit über die genaue Lage dieses Punktes ist bei allen ähnlichen Einrichtern von derselben Grössenordnung.

Die Prismen sind ohne Weiteres zum Abstecken rechter Winkel brauchbar. Wer eine Neuanschaffung macht, wird gänzlich ungefasste Prismen in der angegebenen Weise auf ein mit Handhabe versehenes Metallblech kitten. Die geringe Vergrösserung und der kaum höhere Preis (da die Fassung einfacher ist) können nicht als besonders nachtheilig angeführt werden.

Die vorstehend beschriebene Zusammenstellung zweier Winkelprismen bietet beim Aufsuchen der Fusspunkte von Ordinaten die Bequemlichkeit einer sich von selbst ergebenden steten Versicherung, dass man auf der Abscissenaxe steht, wenn diese auch nur durch zwei Stäbe bezeichnet ist, durch einen links, einen rechts vom Standpunkte, während bei Anwendung des einfachen Winkelprismas, zum Zwecke sicheren Einrichtens in die Abscissenaxe, auf dieser auch noch Stäbe in Zwischenpunkten aufgestellt sein müssen.

Die Fenster an der Fassung des Prismenkreuzes von Starke & Kammerer bringen mir die Fassung des einfachen Winkelprismas (Fig. 2) in Erinnerung, dessen ich kurz in meiner *Landmessung, S. 57,* gedacht habe und die ich nach Salmoiraghi's *Istrumenti e metodi moderni di Geometria applicata, Milano 1884, S. 122,* jedoch mit einer Erweiterung, nämlich Anbringung eines vierten Fensters (b') hier darstelle. Der Kasten und die in demselben gelassenen Oeffnungen sind etwa doppelt so hoch als das Prisma[1]).

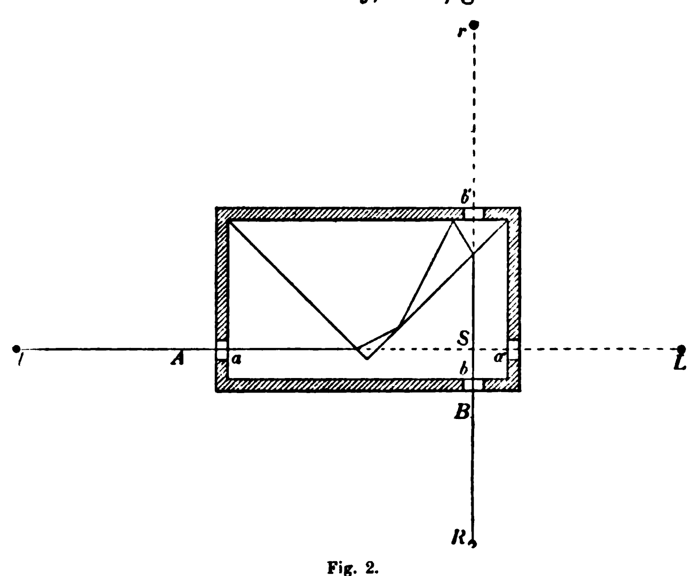


Fig. 2.

Bringt man das Auge nach A, so kann man durch die Fenster a und a' unmittelbar einen Stab L sehen und zugleich im Prisma das feste Spiegelbild von Stab R, welcher durch das Fenster b sein Licht gesendet hat. $LSR = 90°$. Diese Gebrauchsweise nenne ich α; sie ist weniger vortheilhaft als eine andere, die ich mit β bezeichnen will. Man kann nämlich auch das Auge nach B halten, sieht dann durch die Fenster b und b' unmittelbar den Stab r und zugleich im Prisma das feste Bild eines Stabes l, der

[1]) Man kann zweckmässig noch ein Fensterpaar cc', entsprechend bb' am linken Ende des Kastens anbringen.

durch das Fenster *a* sein Licht gesendet hat. $lSr = 90°$. (Bei Salmoiraghi fehlt das Fenster *b'*, es ist also nur die erste Gebrauchsweise α möglich.)

Bei α wird die Hypotenusenfläche in Richtung des Bildes gehalten, bei β rechtwinklig dazu, d. h. in die Verbindungslinie der beiden Augen. Bei α erscheint das feste Bild nahe an der rechtwinkligen, bei β nahe an der scharfen Kante des Prismas; bei letzterer Gebrauchsweise hat man für die festen Bilder grösseres Gesichtsfeld als bei α, und die beweglichen, nicht zu verwendenden Bilder sind immer weit entfernt von dem zu benutzenden festen Bilde, hingegen rückt bei α das bewegliche Bild nahe an das feste und kann bei gewisser Stellung sogar in dieselbe Richtung kommen. Ist nun bei genügender Aufmerksamkeit, (wenn namentlich auf das Kennzeichen des Feststehens geachtet wird,) eine Verwechselung nicht zu befürchten, so ist es doch, wenigstens für den Unterricht, angenehmer, die fremden Bilder gar nicht in der Nähe zu haben. Auch nicht in den Kasten eingeschlossene, sondern in gewöhnlicher Art oder wie bei dem Bauernfeind'schen Prismenkreuz gefasste Winkelprismen lassen sich sowohl nach α als nach β gebrauchen. Zu Gunsten der Gebrauchweise β spricht ferner, dass das feste Bild deutlicher ist als bei Gebrauchsweise α. Da das Bild genau durch dieselben Spiegelungen und Brechungen zu Stande kommt, kann kein wirklicher Helligkeitsunterschied bestehen; bei α stören aber die (nicht durch die Fassung abgehaltenen) fremden Bilder mehr, weil sie stärker als bei β sind. Bei β sind die an den beiden Kathetenflächen durch Spiegelung zurückgesendeten Strahlen möglichst schwach; zwar kann man durch Drehung die Spiegelung an einer Kathetenfläche (durch Verminderung des Einfallswinkels) noch weniger hell machen, man erhöht aber dadurch in stärkerem Maasse die Helligkeit der Spiegelung an der anderen Kathetenfläche. Alles zusammengenommen ist also die Art β, das Winkelprisma zu gebrauchen, besser als die Art α.

Die fremden Bilder kann man bekanntlich durch die vorgehaltene Hand auch bei ungefassten Prismen abhalten. Bei der hier beschriebenen Zusammenstellung zweier Prismen zum „Einrichter“ klebe ich an die Stelle, wo in der Abbildung punktirte Linien sind, Schirme aus dunkelfarbigem steifen Papier. Fasst man die Prismen auf Metallblech, so wird man die Blenden gleich auflöthen.

Man kann auch mit einem einzigen dreiseitigen Winkelprisma (immer billiger als mehrseitiges) Zwischenpunkte einer Geraden einfügen, doch will ich gleich von vornherein bemerken, dass ich dieses Verfahren nicht zur Anwendung empfehle, sondern nur theoretisch erörtere.

Wird an der Hypotenusenfläche nahe an der Kante, bei *b'*, die gewöhnlich angewendete Spiegelbelegung entfernt, so erblickt ein in *A* befindliches Auge ausser dem durch zwei Spiegelungen entstandenen festen Bilde des Stabes *R* auch noch ein durch zwei Brechungen und drei Spiegelungen entstandenes Bild des Stabes *r*. Und zwar erscheint, wenn der Strahl von *r* bei *b'* rechtwinklig auf die Hypotenusenfläche trifft, dem Auge in *A* das Bild von *r* in derselben Richtung wie jenes von *R*, und *b'* (ebenso *S*) ist auf der Geraden *rR*. Die Sicherheit, dass der Strahl *rb'* normal auffällt, erhält man daraus, dass der Strahl *SA* parallel zur Hypotenusenfläche ist, und dass dem so sei, lässt sich erzwingen durch ein in das Fenster *a* parallel der Hypotenuse eingesetztes Rohr mit enger Durchsicht; das Rohr kann bis dicht an das Prisma heran geführt werden. Das durch dreifache Spiegelung zu Stande kommende Bild von *r* ist jedenfalls schwach; die erste Spiegelung findet unter ungünstig kleinem Einfallswinkel an der Kathetenfläche statt, die nicht belegt werden darf, die zweite an der belegten Hypotenusenfläche auch noch bei ziemlich kleinem

Einfallswinkel; erst die dritte Spiegelung (an der Kathetenfläche) ist eine vollständige.

Vom praktischen Standpunkte kann ich den Einrichtern mit Winkelprismen oder Spiegeln nur geringe Wichtigkeit beilegen. Handelt es sich um grosse Genauigkeit bei grossen Entfernungen, so wird man Fernrohr-Abseher verwenden müssen mit der Möglichkeit, in um 180° verschiedenen Richtungen zu zielen, und solche sind bei dieser Gelegenheit wohl auch immer zur Hand. Genügt geringere Genauigkeit, so lassen sich Zwischenpunkte in bekannter Weise mittels Stäben allein auffinden und dabei noch ziemliche Verfeinerung anbringen. Doch soll nicht geleugnet werden, dass es Fälle giebt, die jenes Verfahren nicht zulassen, und für diese erlangen Einrichter Werth.

Zum Schlusse mag noch des *Alineators* von Porro gedacht werden, der in Deutschland wenig bekannt ist. Ich habe denselben in meiner *Landmessung, S. 64*, ohne Abbildung beschrieben. In dem oben angeführten Buche von Salmoiraghi wird der Apparat S. 119 ausführlicher besprochen, namentlich auch eine von Casorati angegebene Eigenthümlichkeit, die hier unerwähnt bleiben mag.

Ein gleichschenklig rechtwinkliges Prisma ist parallel der Hypotenusenfläche abgeschnitten, so dass der Querschnitt ein Trapez ist. Ein vom Zeichen P (Fig. 3) kommender Strahl dringt an der Hypotenuse ein, wird an der Kathetenfläche gespiegelt, (wenn, was immer erreichbar, der Einfallswinkel des Strahls aus P klein ist, wird die Spiegelung eine vollständige,) trifft auf die zweite Kathetenfläche, wo er abermals (gewöhnlich auch vollständig) gespiegelt wird und tritt mit Brechung aus der Hypotenusenfläche nach dem Auge A aus, welches über das Prisma weg noch unmittelbar das Zeichen Q erblickt. Die eingeschriebenen Werthe lassen erkennen, dass die Winkel an dem dicker gezeichneten Strahle supplementär sind, also die inneren Strahlen parallel und folglich auch die zugehörigen äusseren. Mit einer Unsicherheit, geringer als die Hypotenusenlänge, ist das Prisma auf der Geraden PQ, sind P und Q gleichweit entfernt und ist genau die Mitte der Hypotenuse auf der Geraden.

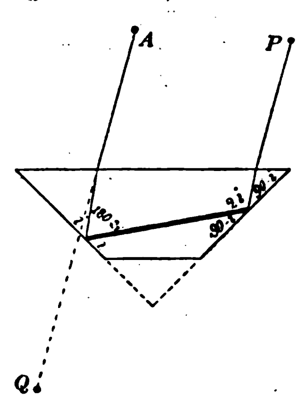


Fig. 3.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Ueber Siedethermometer.

Von **H. F. Wiebe**, Mitglied der physikalisch-technischen Reichsanstalt.

Die Verwendung der Siedethermometer zu Höhenbestimmungen bei Forschungsreisen scheint neuerdings in grösserem Umfange als bisher stattzufinden, wenigstens sind in den 11 Monaten des Bestehens der Reichsanstalt 29 derartige Thermometer zur Abfertigung gelangt. Sie verdienen in der That als Messwerkzeuge zu Höhenbestimmungen die allergrösste Beachtung, da es mit ihrer Hilfe möglich ist, Drucke mit geringer Mühe bis auf 0,25 *mm* genau zu ermitteln, welche Genauigkeit mit Aneroidbarometern bis jetzt nicht zu erreichen ist. Allerdings muss dabei vorausgesetzt werden, dass die Thermometer aus Jenaer oder einem demselben in thermometrischer Beziehung völlig gleichwerthigen Glase verfertigt sind, anderenfalls können in den Temperaturbestimmungen Unsicherheiten von mehr als 0,1 Grad auftreten und somit die entsprechenden Druckermittlungen um drei und mehr Millimeter fehlerhaft werden. Die

im Folgenden im Auftrage der physikalisch-technischen Reichsanstalt mitgetheilten Versuche mögen diese Behauptung erhärten.

Zwei aus gewöhnlichem Thüringer Glase verfertigte Siedethermometer No. 42 und No. 43 zeigten bei Vergleichungen mit dem Normalthermometer am 7. September d. J. für 87° folgende Verbesserungen:

No. 42: — 0,05°; No. 43: — 0,24°.

Die Thermometer wurden alsdann 15 Minuten lang auf 100° erhitzt, wobei sich eine Depression des Eispunktes von 0,43 bezw. 0,45° ergab. Sie blieben dann bis zum 10. Sept. in Zimmertemperaturen von 15 bis 20° und wurden am 10. September von Neuem bei 87° verglichen. Es wurden dabei die folgenden Verbesserungen gefunden:

No. 42: + 0,08° No. 43: — 0,09°.

Der Unterschied gegen die am 7. September gefundenen Werthe beträgt 0,13 bezw. 0,15°. Dieses auffallende Ergebniss gab Veranlassung, noch einige eingehendere Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, deren ausführliche Mittheilung von Interesse sein dürfte. Zu den Versuchen diente das Thermometer No. 125 aus Jenaer und das Thermometer No. 31 aus Thüringer Glas. Zunächst wurden beide Thermometer in längeren Beobachtungsreihen wiederholt bei 78,5° verglichen und dazwischen mehrfachen Eispunktsbestimmungen unterworfen. Darauf wurden sie eine halbe Stunde lang der Siedehitze des Wassers ausgesetzt und zum Schluss wiederum in längeren Reihen bei 78,5° verglichen. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tafeln zusammengestellt, von denen die erste die Eispunktsbestimmungen, die andere die Ergebnisse der Vergleichungen enthält. Alle Beobachtungen sind mit Hilfe der Lupe ausgeführt worden und jede in die Tafeln aufgenommene Zahl ist das Mittel aus vier Einzelablesungen. Zu den Vergleichungen bei 78,5° diente eine Siederöhre mit Rückflusskühler, wie sie von Dr. Pernet früher für die Kais. Normal-Aichungs-Kommission angegeben worden ist.

Tafel I (Eispunktsbestimmungen).

1888	Behandlung des Thermometers vor der Eispunktsbestimmung.	Thermometer No. 125. (Jenaer Glas)	No 31. (Thüringer Glas)
Septbr. 17	Nach Zimmertemperatur von 15°	+ 0,071°	+ 0,128°
	7 Minuten in 78,5°	+ 0,038	— 0,189
	7 „ „ „	+ 0,035	— 0,207
	64 „ „ „	+ 0,033	— 0,310
	56 „ „ „	+ 0,031	— 0,337
	32 „ „ 100,2	+ 0,018	— 0,510
	22 „ „ 78,5	+ 0,028	— 0,411
„ 18	Nach Zimmertemperatur von 13°	+ 0,060	— 0,267
	48 Minuten in 78,7°		— 0,383

Aus Tafel I ergiebt sich, dass bei dem Thermometer aus Jenaer Glas nach etwa zweistündiger Erwärmung auf 78,5° eine Depression des Eispunktes von 0,040°, bei demjenigen aus Thüringer Glas von 0,465° eingetreten ist; gleichzeitig sieht man, dass im Laufe der Erwärmung der Eispunkt bei dem ersten Thermometer nur um 0,007°, bei dem anderen dagegen um 0,148° erniedrigt worden ist. Für die Erwärmung auf 100° hat sich bei dem Thermometer No. 125 eine Depression von 0,053, bei dem Thermometer No. 31 eine solche von 0,638° ergeben. Ferner lassen die in Tafel II (a. f. S.) mitgetheilten Vergleichungen deutlich erkennen, dass abgesehen von den allerersten Beobachtungen, bei welchen die Instrumente die Temperatur des Bades noch nicht völlig angenommen hatten, die Angaben des Thermometers aus Jenaer Glas sowohl während einer Vergleichsreihe als auch nach der höheren Erwärmung auf 100° nahezu vollständig übereinstimmen. Dagegen ergab sich bei dem Thermometer aus Thüringer Glase innerhalb der ersten Vergleichsreihe, welche etwa

Tafel II (Vergleichungen).

1888.	Zeit.	Thermometer No. 125.	No. 31.	Bemerkungen.
Septbr. 17	$11^h\,33^m$	Instrum. in Alkoholdampf.		Der Barometerstand blieb während der folgenden Vergleichsreihen nahezu konstant.
	36	(78,466	78,648)	
	39	78,483	78,646	Hierauf Eispunktsbestimmung, beide Instr. $11^h\,52^m$ wieder in Alkoholdampf.
	58	493	592	Hierauf Eispunktsbestimmung, beide Instr. $12^h\,9^m$ wieder in Alkoholdampf.
	12 15	486	571	
	21	492	571	
	23	491	562	
	26	495	546	
	32	495	539	
	33	492	546	
	36	496	538	
	38	492	534	
	43	493	533	
	49	493	530	
	54	492	521	
	56	493	520	
	1 1	493	516	
	4	495	509	Hierauf Eispunktsbestimmung, beide Instr. $1^h\,19^m$ wieder in Alkoholdampf.
	34	492	491	
	36	491	491	Alsdann stieg die Temperatur in Folge von Ueberdruck im Apparat bis auf 79,5°; hierauf wurde der normale Druck wieder hergestellt.
	59	489	460	
	2 4	492	466	
	9	492	466	
	11	494	460	Hierauf Eispunktsbestimmung und alsdann Vergleichung bei 100,2°.
	3 26	Wieder in Alkoholdampf.		
	33	(78,469	78,334)	
	35	78,481	78,347	
	39	484	356	
	40	486	369	
	44	488	374	
	47	487	385	Hierauf Eispunktsbestimmung.
Septbr. 18	12 59	Instr. in Alkoholdampf.		Der Barometerstand war um 3 *mm* höher als am 17. Septbr.
	1 6	78,703	78,476	
	12	706	500	
	43	704	506	
	47	704	519	

2¼ Stunden dauerte, allmälig eine Depression der Angaben für die Temperatur 78,5° bis zu 0,19°, und nach der Erwärmung auf die Siedehitze des Wassers eine solche bis zu 0,30°. Zeugt dieses verschiedene Verhalten der Thermometer einerseits sehr zu Gunsten des Jenaer Glases, so mahnt es andererseits die Reisenden sowie alle diejenigen, welche sich der Siedethermometer zu Höhenmessungen bedienen wollen, in Zukunft zu wissenschaftlichen Beobachtungen von der Benutzung der Siedethermometer aus Thüringer Glase völlig abzusehen. Allerdings lässt sich die Veränderlichkeit der Angaben durch entsprechende Berücksichtigung der wechselnden Eispunktslagen grösstentheils unschädlich machen, allein der Reisende wird wohl selten in der Lage sein, Eispunktsbestimmungen auszuführen.

Die wissenschaftlichen Instrumente auf der Internationalen Ausstellung zu Brüssel.

Als die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik bei Beginn dieses Jahres ihre Mitglieder zur Theilnahme an der internationalen Ausstellung in Brüssel aufforderte, hoffte sie, dass die Ausstellung zu einer vollständigen Vertretung der Präcisionsmechanik aller Völker führen würde, zumal mit der eigentlichen Ausstellung ein internationaler Wettbewerb auf dem Gebiete der Industrie, der Kunst und der Wissenschaft verbunden sein sollte. Es schien daher geboten, die Leistungen der deutschen Mechanik und Optik möglichst vollständig auszustellen. Leider entsprach der Erfolg nicht den Erwartungen. Die von der Gesellschaft ins Leben gerufene Kollektiv-Ausstellung konnte, wenn auch auf einzelnen Gebieten Hervorragendes ausgestellt war, bei weitem nicht als ein vollständiges Bild des heutigen Standes unserer technischen Kunst angesehen werden. Die anderen Nationen waren auf diesem Gebiete indess noch weit spärlicher vertreten; die in den Kreisen der Industrie immer mehr wachsende und, wie uns scheint, naturgemässe Ausstellungsmüdigkeit, sowie andere, hier nicht zu erörternde Gründe hatten leider die Entwickelung der Brüsseler Ausstellung gehindert. Abgesehen von einigen wenigen bekannten französischen und österreichischen Firmen waren die Mechaniker und Optiker der übrigen Nationen gar nicht erschienen. So nahm denn die deutsche Kollektiv-Ausstellung, durch den gemeinschaftlichen Vertreter Herrn Robert Drosten in Brüssel geschickt aufgestellt und entsprechend beaufsichtigt, hauptsächlich das Interesse der Fachleute in Anspruch und die Aussteller werden es nicht zu bereuen haben, nach dem französischen Sprachgebiet gekommen zu sein, in welchem die Erzeugnisse der deutschen Präcisionstechnik, wie Referent sich mehrfach zu überzeugen Gelegenheit hatte, grösstentheils unbekannt sind.

Die Hoffnung, in der Brüsseler Ausstellung ein Gesammtbild des gegenwärtigen Standes der präcisionstechnischen Kunst dargestellt zu finden, sind nun leider nicht in Erfüllung gegangen und ein Bericht über die ausgestellten Instrumente kann kein grosses wissenschaftliches Interesse für sich in Anspruch nehmen. Wenn wir gleichwohl von einem kurzen Berichte nicht absehen wollen, so glauben wir doch für viele unserer Leser das eine oder andere Interessante zu bringen. Wir wollen im Folgenden zunächst die deutsche Kollektiv-Ausstellung behandeln und dann in einem Nachtrage die wenigen von anderen Nationen ausgestellten Instrumente und Apparate anfügen.

1. Die Kollektiv-Ausstellung deutscher Mechaniker und Optiker.

Verhältnissmässig am besten waren geodätische und astronomische Instrumente vertreten. A. Müller und F. Reinecke in Berlin (Firma A. Meissner) hatten eine recht reichhaltige Sammlung von geodätischen Instrumenten ausgestellt. Vertreten waren die von dieser Firma neuerdings konstruirten zerlegbaren Stative für Reisezwecke, die Stative mit festem Lothstab zur raschen und bequemen centrischen Aufstellung des Instrumentes über einem gegebenen Punkte, ferner eine Kippregel des bekannten Typus der K. preuss. Landesaufnahme, kleine einfache Theodolite zur Messung von Polygonwinkeln, sowie Reisetheodolite verschiedener Grösse (vergl. *diese Zeitschr. 1885, S. 279*); letztere werden von der Firma neuerdings mit zwei Fernrohren angefertigt, von denen das eine, excentrische, für hohe Visuren und astronomische Zwecke, das andere, centrische, für geodätische Messungen dient; die beiden Fernrohre können nach Belieben an dem Instrument befestigt werden; ebenso ist der Höhenkreis auswechselbar; bei Anwendung des excentrischen Fernrohres findet dasselbe in dem Höhenkreise sein Gegengewicht; ist aber das centrische Fernrohr am Instrument montirt, so wird der Höhenkreis noch durch ein besonderes, leicht aufsteckbares Gegengewicht balancirt. — Die Firma Dennert & Pape in Altona war mit einem besonders stark gebauten Grubentheodoliten vertreten; der starke Bau soll das Instrument vor Beschädigungen beim Transport oder beim Gebrauch seitens ungeübter Beobachter möglichst sichern; der Limbusteller ist im Innern mit einem Ring versehen, auf welchem die untere Fläche der Alhidade theilweise aufruht und der das Gewicht des oberen Theiles auffängt, so dass das Instrument in arretirtem Zustande ohne Schaden schlechten Transportwegen ausgesetzt werden kann. Die Einrichtung des Fernrohrs macht das Instrument recht kompendiös; das Fernrohr lässt sich nämlich bei

eingeschobenem Okular durchschlagen; bei der Pointirung wird dann das Okularrohr bis zu einer festen Marke herausgeschoben und die genaue Bildeinstellung des Fernrohrs mittels Trieb am Objektivrohr bewirkt. Dennert & Pape hatten ferner zwei Nivellirinstrumente ausgestellt, ein kleineres und ein grösseres, beide dadurch bemerkenswerth, dass das Fernrohr mit zwei einander gegenüberliegenden Libellen versehen ist, deren jede für sich justirt werden kann. Eine Anzahl der von derselben Firma eingeführten und durch Patent geschützten Maassstäbe (vgl. *diese Zeitschr. 1886, S. 173)* lagen gleichfalls aus. — O. Fennel in Kassel hatte sein Tachymeter mit Projektionsapparat vorgeführt. Das von Ingenieur R. Wagner erfundene Instrument ist im Principe dasselbe wie das von Prof. Kreuter angegebene und von Ertel in München gebaute; wie es scheint, sind beide Erfinder unabhängig und gleichzeitig auf denselben Gedanken gekommen. Wir haben dem sehr bekannten Instrumente bereits im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 72 einige Worte gewidmet und können uns daher an dieser Stelle kurz fassen. Das Tachymeter ist nur mit einem zum Repetiren eingerichteten Horizontalkreis versehen; das distanzmessende Fernrohr trägt einen getheilten Maassstab, dessen obere Kante parallel zur optischen Axe des Fernrohrs und daher parallel zur Visirrichtung liegt. Ein zweiter horizontal liegender Maassstab ist mit der Vertikalaxe des Instrumentes verbunden; längs der Theilung desselben ist ein rechtwinkliger Rahmen verschiebbar, dessen vertikale Kathete eine dritte Skale trägt. Nachdem mittels des distanzmessenden Fernrohrs und der senkrecht zur Visur gerichteten Distanzlatte (schiefe Lattenstellung) die Entfernung ermittelt und auf dem zuerst erwähnten Maassstabe eingestellt ist, kann an den beiden anderen Theilungen die horizontale Entfernung sowie der Höhenunterschied der beiden Punkte direkt abgelesen werden. Gegen dieses Instrument haben sich seitens einiger Geodäten, u. A. Jordan und Bohn, Bedenken erhoben, die sich auf die Anwendung der schiefen Lattenstellung, sowie auf die Multiplikation der Einstellungs- und Ablesungsfehler bezogen; wir hatten auf diese Einwände an der obigen Stelle hingewiesen. Diese theoretischen Bedenken scheinen aber für die tachymetrische Praxis nicht von einschneidender Bedeutung zu sein; wie uns von den Verfertigern mitgetheilt wird, haben sich die Instrumente bei zahlreichen tachymetrischen Aufnahmen in allen Ländern bewährt, und da man von dem Tachymeter nicht eine möglichst genaue Aufnahme verlangt, sondern vielmehr nur auf schnellste und einfachste Weise eine Aufnahme mittlerer Genauigkeit schaffen will, so entsprechen die Wagner-Fennel'schen Tachymeter mit ihrer mechanisch vorzüglichen Ausführung und ihrer handlichen, kompendiösen Form gewiss allen Anforderungen. — Dieselbe Firma hatte das für Ingenieur- sowie für forstliche Aufnahmen geeignete Bose'sche Nivellirinstrument ausgestellt. Dasselbe besteht aus einem kräftigen Messingrahmen, der oben mit einer Aufhängevorrichtung versehen ist, welche bewirkt, dass das Instrument freihängend stets die horizontale Lage einnimmt; eine Seite des Rahmens trägt eine Procenttheilung, welche durch einen Nonius auf 0,1 Procent ablesbar ist; der Nonius befindet sich auf einem festklemmbaren Schieber, der zugleich das Okulardiopter der Visireinrichtung trägt; auf der anderen Seite des Rahmens ist das Objektivdiopter angebracht; Stäbe mit Visirtafeln vervollständigen das Instrument. — Von Instrumenten für markscheiderische Zwecke hatte dieselbe Firma einen Grubenkompass mit Hängezeug und Zulegeplatte, sowie einen Taschenkompass mit 45 *mm* Nadellänge ausgelegt. — Max Wolz in Bonn hatte einen kräftig gebauten Repetitionstheodoliten (ohne Höhenkreis) sowie ein Nivellirinstrument mit seitlich angebrachtem Spiegel zur Ablesung des Niveaus ausgestellt. Erwähnt seien hier auch die gleichfalls ausliegenden, nach Angaben von Pulfrich gebauten neuen Instrumente, das Totalreflektometer und das Refraktometer (vgl. über diese Instrumente *diese Zeitschr. 1887, S. 16. 55. 392. 444* und *1888, S. 47.)* — B. Schäffer & Co. in Hamburg waren mit Denker's astronomischen Uhren vertreten, u. A. mit zwei Pendeluhren, von denen die eine dem Geodätischen Institute in Berlin, die andere der Sternwarte zu Leipzig gehört, und einem Chronometer für astronomisch-geodätische Reisezwecke mit Unterbrecher und dem von Denker neuerdings konstruirten luftdichten Abschluss; wir hoffen, hierauf später noch zurückkommen zu

können. — Das astronomische Chronometer von L. Deichmann in Kassel soll weniger, wie das auch schon aus seinem billigen Preise hervorgeht, als Chronometer im astronomischen Sinne gelten, wie als Tellurium bezw. Planetarium, welch' letzteren Zweck es in bester Weise erfüllt. Ueber den Apparat ist bereits in *dieser Zeitschr. 1888, S. 334* berichtet worden.

Spektroskopische, polarimetrische, photometrische und verwandte Apparate hatten einige der hervorragendsten Firmen ausgestellt. — Fr. Schmidt & Haensch in Berlin zeigten in einer grösseren Sammlung die hauptsächlichsten ihrer neuen Apparate; die Ausstellung bot ein fast vollständiges Bild dessen, was die Firma auf dem Gebiete der Polarimetrie und Spektroskopie geleistet hat; vertreten waren Saccharimeter, Polarimeter nach Laurent und nach Soleil-Ventzke, das Glan'sche Spektrophotometer, der Vierordt-Holmgren'sche Apparat zur Untersuchung der Farbenblindheit, Paalzow's optische Bank, König's Leukoskop nach von Helmholtz, L. Weber's Photometer und eine neue verbesserte Vergrösserungskamera für photographische Zwecke; dieselbe hat einige bemerkenswerthe neue Einrichtungen. Abweichend von den bisher üblichen Konstruktionen können die beiden Beleuchtungslinsen beliebig einander genähert oder von einander entfernt werden; ebenso kann auch der leuchtende Punkt in beliebige Entfernung von dem System der Beleuchtungslinsen gebracht werden. Diese Neuerung bezweckt, dem Objektive des Vergrösserungskopfes eine Stellung geben zu können, dass der aus dem Beleuchtungssystem austretende Strahlenkegel durch das Objektiv vollständig gedeckt wird; Versuche des Herrn H. Haensch haben gezeigt, dass nur bei dieser Stellung des Objektivs der Beleuchtungskegel die für eine gleichmässige weisse Beleuchtung richtige Grösse hat, während farbige Säume entstehen, wenn das Objektiv nach der einen oder anderen Richtung über diese Normalstellung hinausgreift. — A. Krüss hatte neben einer Anzahl von Spektroskopen nach Browning, Vogel u. A. seinen Universalspektralapparat für qualitative und quantitative Analyse, mit symmetrischer Bewegung der Schneiden vorgeführt; über den Apparat ist bereits in dieser Zeitschrift (*1885, S. 181*) berichtet worden; auch das Krüss'sche Repetitions-Spektrometer und Goniometer (*diese Zeitschr. 1887, S. 215*) war vertreten. (Ueber eine weitere Verbesserung seiner Spektralapparate wird Dr. H. Krüss im nächsten Hefte dieser Zeitschrift berichten.) Zur quantitativen Gehaltsbestimmung von Stoffen auf colorimetrischem Wege dient das von Krüss nach Angaben von C. H. Wolff konstruirte Colorimeter, das aus einer Kombination des Duboscq'schen Colorimeters mit zwei graduirten, je einen seitlichen Ausflusshahn tragenden Cylindern besteht. Auf dem Gebiete der Photometrie, der sich die Firma neuerdings besonders widmet, war dieselbe mit mehreren ihrer neuen Apparate vertreten; es waren ausgestellt: Das optische Flammenmaass für Normalkerzen, sowie für die Amylacetatlampe, bei welchem das Bild der Flammenspitze durch eine Linse auf eine mit Millimetertheilung versehene matte Glasscheibe projicirt wird; ferner das Kompensations-Photometer, bei welchem der Farbenunterschied zweier Lichtquellen dadurch kompensirt wird, dass die eine der beiden Flächen, deren Beleuchtung miteinander verglichen wird, wie gewöhnlich direkt durch die Strahlen der zu messenden Lichtquelle beleuchtet wird, die andere aber durch einen bekannten bezw. berechenbaren Bruchtheil derselben Strahlen, zu welchen dann so viel Licht von der Vergleichslichtquelle hinzugemischt wird, dass die Beleuchtung der beiden Flächen gleich ist, (vergl. auch *Elektrotechn. Zeitschr. 1887, S. 305*); auch die Apparate zur Photometrirung von Bogen- und Glühlampen unter verschiedenen Ausstrahlungswinkeln (vergl. *diese Zeitschr. 1888, S. 70*) waren vertreten. (Ueber das neueste von Krüss verfertigte Photometer vergl. S. 347 dieses Heftes.) — Dr. Steeg & Reuter in Homburg v. d. Höhe hatten eine grosse Sammlung ihrer Präparate für krystalloptische Untersuchungen ausgestellt, ein- und zweiaxige Krystalle mit verschiedenen Schnittflächen, Bergkrystallplatten in verschiedenen Dimensionen, Turmalinplatten, grössere Linsen von Quarz, Steinsalzplatten und Steinsalzlinsen; besonders erwähnt sei ein grosses Kalkspathrhomboeder mit zum Theil senkrecht, zum Theil parallel zur Axe geschliffenen und polirten Flächen; ausserdem hatte die Firma ihre Polarisationsmikroskope und Polarisationsapparate vorgeführt, darunter den neuerdings verbesserten, zur Untersuchung des Weins und anderer cirkular polarisirender Flüssigkeiten dienenden Apparat, der im nächsten Hefte dieser Zeitschrift genauer

beschrieben werden soll. — B. Halle in Potsdam hatte eine Anzahl seiner schönen optischen Erzeugnisse ausgestellt, Polarisations-Prismen in verschiedenen Grössen, Prismen mit geneigten Endflächen von 35 bis herab zu 7 *mm* Seitenlänge, Hartnack-Prazmowsky'sche Prismen von 69 bis 14 *mm* Seitenlänge, Glan-Thompson'sche von 75 bis 15 *mm*, ein Foucault'sches von 44 *mm* Seitenlänge, ausserdem Calderon'sche Platten, Platten senkrecht zur Axe geschnitten in verschiedenen Dicken bis zu 0,1 *mm* herab, ferner Kugeln und genau plane Platten, sämmtliche Gegenstände aus isländischem Doppelspath gefertigt. (Forts. folgt.)

Referate.

Zur Geschichte des Pendels.

Von Capit. Defforges. *Compt. Rend.* ***106.*** *S. 1657.*

Die Priorität der Idee, das zusammengesetzte Pendel zur Bestimmung der Intensität der Schwere zu verwenden, schreibt Verfasser in der obigen, von Wolf noch durch einige Bemerkungen ergänzten Mittheilung dem französischen Physiker Prony zu. In einer am 10. März 1792 der Akademie der Wissenschaften zu Paris vorgelegten Abhandlung zeigt dieser nämlich, wie man die Länge des Sekundenpendels ableiten könne aus den Schwingungen eines physikalischen Pendels um drei einander parallele Axen. Die Kommission der Akademie der Wissenschaften, welche die Arbeit zu beurtheilen hatte, fand die vorgeschlagene Methode zwar sehr geistreich, aber weniger praktisch als das Verfahren von Borda und Cassini, welche ein an einem dünnen Faden hängendes Gewicht schwingen liessen. Im Jahre 1798 griff Prony seine frühere Idee wieder auf und kam hierbei auf das Reversionspendel. Mit seinem Freunde, dem Uhrmacher Breguet, stellte er auf seinem Observatorium in der Nähe von Paris ein Modell eines solchen Pendels her, dessen beide Schneiden zwei Meter von einander entfernt waren, und von diesem Apparat, welcher übrigens nie ganz vollendet wurde, handelt die von Defforges in der Bibliothek der *École des Ponts et Chaussées* aufgefundene Note Prony's; dieselbe ist ohne Datum, kann aber doch nicht nach dem Jahr 1800 geschrieben worden sein, da Wolf im *Bulletin de la Société philomathique* (*2. S. 159*) eine mit *J.-B.B.* (wahrscheinlich Jean-Baptiste Biot) unterzeichnete Besprechung derselben findet, wonach sie am *2. Vendémiaire des Jahres IX* der ersten Klasse des Instituts überreicht worden sei, was auch durch das Sitzungsprotokoll bestätigt wird. Veröffentlicht wurde diese zweite Note Prony's nicht. Zach in Gotha hatte jedoch Kunde davon erhalten und beauftragte Pasquich, sich in Paris näher darüber zu informiren. Der in Zach's *Monatlicher Correspondenz 1805.* ***12.*** *S. 137* abgedruckte Brief Pasquich's zeigt jedoch, dass letzterer in Abwesenheit Prony's sich nur mangelhaft über den Apparat hatte unterrichten können; der Brief bezieht sich auch nur auf die Note von 1792.

Das in der zweiten Abhandlung beschriebene Pendel hat allerdings vier Axen, von denen zwei jedoch nur zur Bestimmung und Korrektion der Lage des Schwerpunktes dienen, während die beiden andern die mit einander vertauschbaren Axen des Reversionspendels sind. Dass Prony die für das Reversionspendel charakteristische Eigenschaft, die Länge des reducirten Pendels durch eine am Apparat vorzunehmende Messung ohne jede Rechnung zu liefern, wirklich gefunden hat, beweist Defforges durch Anführung folgender Stelle aus der zweiten Note:

„Ohne die (dem seither gebräuchlichen Pendel zukommenden) Vortheile der Grösse der Masse, der Unveränderlichkeit der Form, der Festigkeit, der unbegrenzten Haltbarkeit u. s. w. aufzugeben, erreiche ich durch meine Anordnung, dass die durch das Experiment gelieferten Grössen nicht nur von der Form des Körpers abzusehen erlauben, sondern auch noch die Lage des Schwingungsmittelpunktes sichtbar und bestimmt auf diesem Körper angeben, so dass man seine Entfernung vom Aufhängepunkt mit der schärfsten Genauigkeit

und durch dasselbe Verfahren messen kann, welches man bei der Bestimmung der Länge eines Maassstabes anwendet.“

Als im Jahre 1818 Capitän Kater seine Abhandlung über das Reversionspendel veröffentlichte, nahm Prony die Priorität der Erfindung für sich in Anspruch, wurde aber von Kater scharf zurückgewiesen, da dieser bloss die erste Note Prony's kannte. Wenn aber auch, sagt Wolf, mit Rücksicht darauf, dass Prony's zweite Abhandlung nicht veröffentlicht wurde, der Ruhm der Erfindung und der ersten Anwendung in der That Bohnenberger (1811) und Kater (1818) zuzuerkennen ist, so ist doch Prony als ein Vorläufer der Umwälzung zu betrachten, welche sich seit Anfang dieses Jahrhunderts auf dem Gebiet der Pendelbeobachtungen vollzogen hat. *Kn.*

Methode zur Prüfung von Thermometern unter dem Eispunkt.

Von J. Y. Buchanan. *Nature.* ***36.*** *S. 11.*

Wenn man eine Salzlösung mit einer genügenden Menge zerkleinerten Eises mengt und das Gemisch unter möglichster Vermeidung der Wärmezufuhr von aussen kräftig umrührt, so sinkt in demselben die Temperatur bis zu dem Erstarrungspunkt der Salzlösung. Dies ist diejenige Temperatur, unter welche die Lösung nicht abgekühlt werden kann, wenn nicht vorher ein Theil des Wassers in ihr erstarrt und eine concentrirtere Lösung von entsprechend tieferer Gefriertemperatur übrig geblieben ist. Wenn der erwähnte Punkt erreicht ist, ändert sich die Temperatur des Gemisches nur sehr langsam, die zuströmende Wärme wird beim Schmelzen des Eises gebunden. Da aber hierdurch der Concentrationsgrad der Lösung stetig vermindert wird, muss das Gemisch sich erwärmen und die Geschwindigkeit des Temperaturanstieges wird von der Menge und der Isolation des Gemisches abhängen. — Die Abhängigkeit des Gefrierpunktes von Salzlösungen oder, was dasselbe ist, des Schmelzpunktes reinen Eises in solchen Flüssigkeiten von dem Concentrationsgrad und der Natur des Salzes ist von verschiedenen Forschern ermittelt worden, so z. B. von Rüdorff. Neuerdings hat Buchanan diese Frage untersucht und knüpft daran einen Vorschlag zur Prüfung von Thermometern unter dem Eispunkt. Darnach soll man zunächst mit Hilfe eines Luftthermometers genau die Abhängigkeit der Erstarrungstemperatur geeigneter Salzlösungen (er schlägt Chlorcalcium vor) von dem Concentrationsgrad feststellen. Ist diese bekannt, so wird man zur Prüfung eines Thermometers eine Mischung von stark abgekühlter Salzlösung mit überschüssigem Eis herstellen, von Zeit zu Zeit die Temperatur mit dem zu prüfenden Thermometer ablesen und eine Probe der Flüssigkeit zur Ermittelung des Concentrationsgrades der Lösung nehmen. Jede dieser Proben giebt die Temperatur, welche in dem Moment ihrer Entnahme in der Mischung stattgefunden hat und der Fehler des Thermometers lässt sich so ermitteln. Die Bestimmung des Concentrationsgrades einer Probe wird wohl nur durch Ermittelung der Menge eines Elementes der Verbindung ausführbar sein, es wird nach Buchanan's Untersuchungen aber auch eine solche ausreichen. Falls man Chlorcalcium anwendet, schlägt Buchanan die Bestimmung des Chlors vor. Hierin liegt aber die wesentlichste Schwierigkeit der Methode; sie wird wohl nur von Chemikern ausgeübt werden können; der Physiker dürfte die direkte Vergleichung der Thermometer mit dem Luftthermometer vorziehen.

Es sei noch bemerkt, dass die Vergleichung von Thermometern mit dem Luftthermometer von — 28° F. = — 33° C. an in dem physikalischen Laboratorium des Signalamtes zu Washington praktisch geübt wird. (*Report of the Chief Signal Officer etc. 1886. S. 218.*) *Schr.*

Galvanometer mit direkter Ablesung und proportionaler Skalentheilung.

Von A. d'Arsonval. *La lumière électrique v. 24. März 1888.*

Die neueste Form des d'Arsonval'schen Galvanometers (in zwei Modellen) benützt das Princip der Rotation eines beweglichen Stromleiters unter dem Einfluss eines

permanenten Magneten. Das erste Modell mit horizontalem Hufeisenmagneten enthält den beweglichen Stromleiter in vertikaler Aufhängung über einem der Pole. Der Strom tritt durch ein auf dem Magneten befindliches und von diesem isolirtes Quecksilbergefäss ein, geht durch den beweglichen Leiter und verlässt das Galvanometer durch den Körper des Magneten. Das Instrument ist nicht sehr empfindlich und leidet unter dem Nachtheil der Quecksilberkontakte. — Das zweite Modell enthält einen horizontal liegenden kräftigen Magneten mit cylinderförmigen Polschuhen, die einander conaxial umfassen. Ein länglicher, rechteckiger Rahmen ist leicht beweglich an einem Torsionsfaden derartig zwischen ihnen aufgehängt, dass die eine Längsseite mit der Cylinderaxe coïncidirt, die andere aber zwischen den beiden Cylindermänteln liegt. Die Stromzuleitung geschieht durch die Suspensionsvorrichtung, wie bei dem bekannten Galvanometer Deprez-d'Arsonval; das Instrument gestattet direkte Ablesung, besitzt fast genau proportionale Theilung der Skale und schwingt vollkommen aperiodisch. *B.*

Neu erschienene Bücher.

Les Cleps. Guide du géomètre moderne. Par A. Salmoiraghi. Milan 1888. Im Selbstverlage des Verfassers.

Das vorliegende Buch bildet die Fortsetzung und Erweiterung des vom Verf. im Jahre 1884 herausgegebenen Werkes: *Istrumenti e metodi moderni di geometria applicata,* über welches im Auszuge in dieser Zeitschrift (*1884, S. 285*) berichtet worden ist. Beide Bücher verfolgen den Zweck, die Einrichtung und den Gebrauch der den Namen Cleps führenden Tacheometer weiteren technischen Kreisen bekannt zu machen. Es sei gestattet, mit wenigen Worten die Einrichtung dieser Instrumente nochmals zu skizziren und einige Ungenauigkeiten des früheren Referates zu modificiren.

Die von Porro konstruirten und von seinem Nachfolger, Ingenieur A. Salmoiraghi verbesserten Cleps (eigentlich Clepscykel; der eigenthümliche Name rührt davon her, dass die Kreise in einem Gehäuse verdeckt angebracht sind) sind kompendiöse Universalinstrumente. In einen Dreifuss gewöhnlicher Konstruktion ist die hohle Vertikalaxe dreh- und festklemmbar eingesetzt; mit derselben ist an ihrem oberen Ende der Horizontalkreis fest verschraubt; in ihrem Innern ist auf einer Spitze eine Magnetnadel angebracht, welche vor einer Theilung spielt und durch ein kleines Fernröhrchen beobachtet werden kann; dieselbe dient zur Orientirung des Instrumentes. Um die Vertikalaxe führt sich eine Buchse, welche oben ein würfelförmiges Gehäuse trägt; zwei gegenüberliegende Seiten des letzteren dienen als Lager der Horizontalaxe, welche an derselben Seite aussen das anallaktische, diastimometrische Fernrohr und innen den Vertikalkreis trägt; auch der Horizontalkreis ist im Innern des Würfels angebracht; die Beleuchtung der Kreistheilungen erfolgt durch die Seitenwände des Gehäuses. — Die Cleps werden in drei verschiedenen Grössen angefertigt. Bei der grossen Form hat das Fernrohr 5 *cm* Oeffnung und drei identische Okulare mit 70facher Vergrösserung, von denen das mittlere fest angebracht ist, während die beiden anderen verschiebbar sind, so dass die drei Okulare die Stelle von fünf vertreten; Porro hat dieser Einrichtung den Namen Argus-Okular gegeben; die Kreise haben 6 *cm* Durchmesser und sind in Zehntel-Grade (Decimal-Grade) getheilt. Die mittlere und kleine Form hat entsprechend kleinere Dimensionen und entsprechend einfachere Einrichtungen. Die Kreise werden durch Indexmikroskope mit festen Fäden abgelesen; die Mikroskope sind in der dem Vertikalkreise gegenüberliegenden Wand des Würfels eingelassen; die grössere Form ist mit vier, die mittlere mit zwei und die kleine mit nur einem Mikroskope versehen.

Das oben erwähnte frühere Werk gab eine eingehende Beschreibung des Instrumentes, seiner Theorie, Prüfung und Behandlung. Das vorliegende Buch geht unter Verweisung auf die frühere Publikation auf die Instrumente selbst nur kurz ein, will vielmehr für den

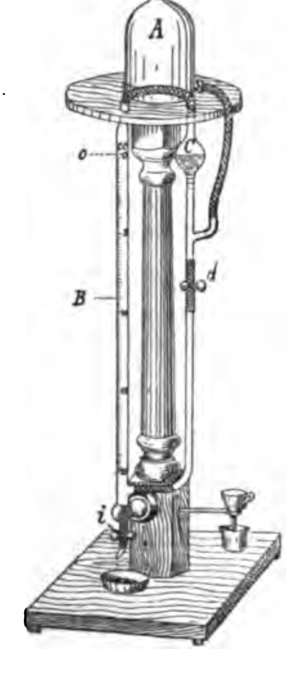
Topographen, der die Cleps benutzt, ein Handbuch sein. Das Werk führt die hauptsächlichsten Gebiete der Kleinvermessung, Polygonisirung, Kleintriangulation u. s. w. in klarer, fasslicher und durchgehends elementarer Weise vor. Auch die astronomische Orientirung der Vermessungspunkte und die Uebertragung von Länge, Breite und Azimuth, letztere unter Benutzung der von der *U. S. Coast and Geodetic Survey* angewendeten Formeln, wird kurz abgehandelt. Refraktions-Tafeln sowie andere Hilfstabellen sind beigegeben.

Das vorliegende Werk enthält für den Geodäten nichts Neues, besonders nichts, was man nicht auch in Lehrbüchern der Geodäsie und der geographischen Ortsbestimmung finden würde, aber es empfiehlt sich für den Ingenieur, der die Cleps benutzt, wegen seiner steten Hinweise auf den sachgemässesten Gebrauch und die zweckmässigste Handhabung und Behandlung dieser Instrumente; auch bei Benutzung anderer Instrumente dürfte das Werk in vielen Fällen ein nützlicher Berather sein. *W.*

F. Kreuter und **J. Otto**. Taschenbuch für praktische Mechaniker. Brünn. M. 5,00.
E. Netoliczka. Auge und Brille. Wien. M. 2,00.

Patentschau.

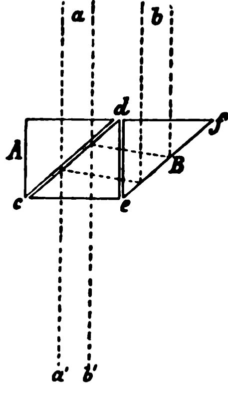
Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.



Titrirapparat zum schnellen und sicheren Einstellen des Nullpunktes. Von H. Oppermann in Bernburg, Anhalt. No. 43568 vom 23. Sept. 1887.

Durch Oeffnen des Quetschhahnes *i* wird zuerst die Kugel *C* aus der Flasche *A* mit der Titrirflüssigkeit gefüllt. Oeffnet man dann den Quetschhahn *d*, so wird die Flüssigkeit, da Bürette *B* und Pipette *C* zwei kommunicirende Röhren darstellen, bis zum Nullpunkt steigen. Wird nun zum Titriren eine bestimmte Anzahl von Kubikcentimetern der Titrirflüssigkeit durch Oeffnen des Quetschhahnes *i* verwendet, so dringt genau dasselbe Quantum Flüssigkeit aus der Flasche *A* in die Pipette *C* nach, da das Luftquantum in dem oberen Theil der kommunicirenden Röhre dasselbe bleibt. Durch Oeffnen des Quetschhahnes *d* steigt dann die Titrirflüssigkeit aus demselben Grunde in der Bürette *B* wieder bis zum Nullpunkt.

Prismenkombination aus Kalkspath zwecks Mischung und Vergleichung von Lichtbündeln. Von A. Krüss in Hamburg. No. 43569 vom 27. Sept. 1887.

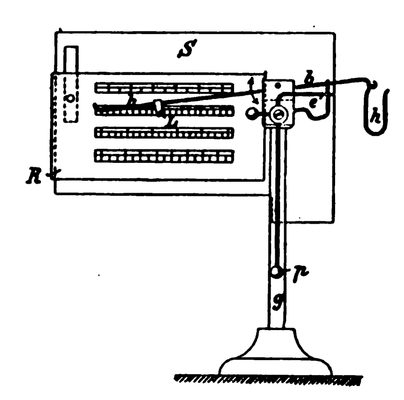


Verbindet man mit dem total reflektirenden Kalkspathprisma *A* ein anderes halbes rechtwinkliges Kalkspathprisma *B* so, dass dessen Hypotenusenfläche *e f* parallel der Schnittfläche *c d* des ersten Kalkspathprismas *A* ist, so werden die Strahlen des auf das halbe Prisma *B* parallel dem Bündel *a* fallenden Bündels *b* an den Flächen *e f* und *c d* reflektirt und treten als Lichtbündel b^1 an derselben Stelle und in derselben Richtung wie das Strahlenbündel a^1 aus dem Prisma *A* aus. Durch seitliches Verschieben des einen oder beider Lichtbündel *a* und *b* können die das Prisma *A* verlassenden Bündel a^1 und b^1 anstatt zusammen auch neben einander austreten.

Man erhält also durch die Verbindung der beiden Prismen *A* und *B* mit einander entweder die Mischung oder die Nebeneinanderlagerung zweier Lichtbündel a^1 und b^1. (Vgl. S. 347 dieses Heftes).

Neuerung an Garnwaagen mit Laufgewicht. Von E. Staub in Leipzig. No. 43633 vom 29. Nov. 1887.

Zur Beurtheilung der Gleichgewichtslage dient ein am Ständer *g* drehbar befestigtes Pendel *p*, dessen Seitenarm *e'* auch bei nicht senkrechter Stellung des Ständers seine waagerechte Lage beibehält. Die Gleichgewichtslage ist dann vorhanden, wenn der Waagebalken *b* mit dem Pendelarm *e'* parallel steht. Auf einer an der Rückwand *S* des Gestelles *g* senkrecht verschiebbaren auch feststellbaren Skalenplatte *R* sind den verschiedenen Materialien entsprechende Skalen über einander angebracht, so dass die für den jeweiligen besonderen Fall passende Skale durch Verschieben der Platte *R* eingestellt werden kann. Zum Zwecke der Ermittelung der Garnnummer der zu bestimmenden, in den Haken *h* einzuhängenden Fadenstücke wird, nachdem die dem betreffenden Garnmaterial (Baumwolle, Kamm- und Streichwolle, Leinen, Jute, Seide) entsprechende Skale eingestellt worden ist, der Waagebalken durch Verschieben des Laufgewichtes *L* in die Gleichgewichtslage gebracht und diejenige Zahl an der Skale abgelesen, welche durch das Laufgewicht angegeben wird, der Quotient aus der Ableseziffer in die in Millimeter ausgedrückte Längensumme der in den Haken *h* gelegten Fadenstücke giebt die fragliche Garnnummer der letzteren an.



Kalorimetrischer Elektricitätszähler. Von C. Raab in Kaiserslautern. No. 43619 vom 25. Juni 1887.

Die Konstruktion dieses Elektricitätszählers beruht auf der Eigenschaft des elektrischen Stromes, einen Leiter von hohem specifischen Leitungswiderstand beim Durchgang durch denselben zu erwärmen. Ein solcher Leiter in Form einer Spirale von grosser Oberfläche giebt die in ihm durch den zu messenden Strom erzeugte Wärme an die ihn umgebende Luft ab, welche aufsteigend durch ihre Strömung ein Anemometer in Bewegung setzt, das ein Zählwerk zum Ablesen der verbrauchten Strommenge oder Potentialdifferenz bewegt. — Der gewählte Umweg dürfte keine Sicherheit des Betriebes gewährleisten. Jedenfalls muss eine experimentelle Bestätigung der Brauchbarkeit abgewartet werden.

Neuerung an positiven Elektroden in galvanischen Elementen. Von Aktiengesellschaft für Fabrikation von Bronzewaaren und Zinkguss (vormals J. C. Spinn & Sohn) in Berlin. No. 43893 vom 29. Dezember 1887.

Die Neuerung besteht darin, dass die Zinkelektrode, anstatt amalgamirt zu werden, durch einen Ueberzug von Bleisuperoxyd oder anderen Bleioxyden oder Mangansuperoxyd oder deren Gemischen vor der unmittelbaren Einwirkung der Erregungsflüssigkeit geschützt wird.

Für die Werkstatt.

Dekorirung von Stahlflächen mittels Anlassens.

Blau angelassene Stahlflächen können durch Behandlung mit schwacher Essigsäure (käuflichem Essigsprit) entfärbt werden, ohne dass die Feinheit der ursprünglichen Politur merkbar dadurch leidet. Die Entfärbung, welche auf der Auflösung der äusserst dünnen Oxydschicht beruht, tritt sehr schnell ein, wenn man den Essigsprit warm übergiesst.

Dies Verfahren kann mit Vortheil zur Herstellung von Aufschriften, Firmenbezeichnungen oder sonstiger Verzierungen benutzt werden, indem man mit irgend einer Lack- oder Oelfarbe die gewünschte Schrift auf die blau angelassene Fläche bringt, etwas antrocknen lässt und die nicht bedeckten Flächentheile durch Uebergiessen warmen Essigsprites entfärbt, worauf der Deckgrund mit Terpentinöl oder Benzin abgewaschen wird.

Dass zur Erzielung einer schönen gleichmässig tiefblauen Anlauffarbe absolut reine und fettfreie Flächen und eine gleichmässige langsame Erwärmung unter Luftzutritt, am besten unter Vermittlung einer stärkeren Metallplatte, erforderlich ist, dürfte allgemein bekannt sein. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

VIII. Jahrgang. **November 1888.** Elftes Heft.

Ueber die Standänderungen der Quecksilberthermometer nach Erhitzung auf höhere Temperaturen.

Von

H. F. Wiebe.

Mittheilung aus der physikalisch-technischen Reichsanstalt.

Die Genauigkeit der Temperaturmessung auch in höheren Temperaturen ist sowohl für die Praxis wie für die Wissenschaft von grosser Bedeutung. So bildet der Schmelz- oder Siedepunkt ein hervorragendes Merkmal zur Erkennung der untersuchten Substanz oder ihres Reinheitsgrades; andererseits dient die genaue Kenntniss dieser Fixpunkte auch als Ausgangspunkt mannigfacher theoretischer Erwägungen auf chemischem und physikalischem Gebiete. Häufig genug aber weichen die Angaben verschiedener Beobachter für die Schmelz- oder Siedepunkte ein und derselben Substanz um mehrere Grade von einander ab, welcher Uebelstand nicht nur durch den Grad der Reinheit der untersuchten Substanz oder durch die Genauigkeit der angewandten Methode der Temperaturbestimmung bedingt wird, sondern ebenso oft dadurch herbeigeführt sein mag, dass Quecksilberthermometer bei längerem Verweilen in höheren Temperaturen sehr erhebliche Standänderungen erleiden können. Bei neuen Thermometern rückt der Eispunkt in Folge der allmälig eintretenden Zusammenziehung des Gefässes langsam in die Höhe und gelangt erst nach längerer oder kürzerer Zeit, je nach der Beschaffenheit des Glases, zur Ruhe. Etwas Aehnliches, aber in bedeutend verstärktem Maasse, tritt ein, wenn man die Thermometer andauernd höheren Temperaturen aussetzt. Ausser diesen bleibenden Erhöhungen sind die Angaben der Thermometer noch vorübergehenden Veränderungen unterworfen, welche ebenso wie jene Erhöhungen gewöhnlich an den Eispunkten gemessen werden. Dauert die Erwärmung auf höhere Temperaturen nur kurze Zeit und findet die Abkühlung des erwärmten Thermometers nicht hinreichend langsam statt, so treten die vorübergehenden Veränderungen auf, indem zunächst eine Erniedrigung (Depression) des Eispunktes beobachtet wird, welche zum grösseren Theile schon nach Tagen, vollständig aber häufig erst nach Monaten verschwindet. Diese Depressionen sind aber nur klein gegenüber den durch mehrstündige Erhitzungen erzeugten bleibenden Eispunktserhebungen. Bei den im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen über diese Erhebungen war es nicht immer möglich, die Abkühlung der erhitzten Thermometer langsam genug zu bewirken, um Depressionen ganz auszuschliessen. Bei der relativen Kleinheit ihrer Beträge kommen sie aber für die Beurtheilung des Verlaufes der Eispunktserhebungen nicht in Betracht. Endlich ist hier noch zu bemerken, dass, sofern im Folgenden die Depression schlechthin erwähnt wird, darunter die Erniedrigung des Eispunktes nach einer kurzen Erwärmung auf 100 Grad verstanden werden soll.

I. Beobachtungen von Person, Kopp und Crafts.

Das Verhalten der Thermometer in höheren Temperaturen ist bereits vor mehr als 40 Jahren von Person untersucht worden und gleichzeitig wurden von ihm auch die Mittel angegeben, um den hierbei entstehenden Standänderungen vorzubeugen. Gleichwohl scheint die Kenntniss dieser Thatsache bisher, namentlich auch in Deutschland bei den Verfertigern chemischer Thermometer, doch nicht in einer ihrer Wichtigkeit entsprechenden Weise Verbreitung gefunden zu haben. Person (*Comptes Rendus 1844, Seite 1314*) erhitzte sechs Thermometer aus Krystallglas in einem Bade von geschmolzenem Kalisalpeter während mehrerer Stunden auf 430 bis 450 Grad und erhielt hierdurch Eispunktserhebungen von 12 bis 17 Grad. Zwei der Thermometer waren oberhalb des Quecksilbers mit Luft von ungefähr 4 Atmosphären Druck gefüllt und konnten daher auf 450 Grad erhitzt werden, ohne dass das Quecksilber ins Kochen gerieth; die übrigen Thermometer waren luftleer. Ein Unterschied in dem Verhalten der letzteren gegenüber den lufthaltigen Thermometern lässt sich aus den bekannt gewordenen Daten nicht mit Sicherheit erkennen. Person kommt zu dem Schluss, dass „die Zusammenziehungen und Ausdehnungen des Glases nach andauernden hohen Erhitzungen viel regelmässiger als vorher vor sich gehen und dass wahrscheinlich eine 24stündige Erhitzung auf 450 Grad genügt, um Thermometer mit festem Eispunkt zu erhalten, wenigstens bei Vermeidung plötzlicher Temperaturveränderung.“ Auch Regnault erhitzte seine Thermometer vor dem Gebrauch wiederholt längere Zeit auf höhere Temperaturen und benutzte nur diejenigen, an denen eine Eispunktsveränderung nicht mehr wahrzunehmen war. Ferner bemerkt Kopp (*Pogg. Ann. 72. S. 8*), dass er die bei der Untersuchung über die Ausdehnung einiger Flüssigkeiten benutzten Thermometer vor der Bestimmung der Fundamentalpunkte in einem Gefäss mit Oel so stark, als es anging, erhitzte und dann langsam erkalten liess, welches Verfahren mit jedem Instrument mehr als 50 Mal wiederholt wurde. Die so erhaltenen Thermometer zeigten nach Kopp's Angaben niemals eine Aenderung des Eispunktes nach vorausgegangener, mitunter bis gegen 160 Grad ansteigender Erhitzung; wohl aber zeigten mehrere eine langsame, nach einigen Monaten aufhörende Erhebung des Eispunktes, die bis zu 0,2 Grad sich belief; sechs Monate nach der Verfertigung der Instrumente war eine Veränderung des Eispunktes nicht mehr wahrzunehmen; zwei Thermometer zeigten von Anfang an einen unveränderlichen Eispunkt.

In neuerer Zeit hat sich besonders Crafts mit der Frage nach dem Verhalten der Thermometer bei Erhitzungen auf höhere Temperaturen beschäftigt (*Comptes Rendus, 91, 94* und *95*, sowie *Bulletin de la Société chimique de Paris, 1883*). Crafts erhitzte

Tafel A.

Zeitdauer der Erhitzung auf 355°	Crafts' Thermometer aus französischem Glas			Crafts' Thermometer aus deutschem Glas	
	I.	II.	III.	V.	VI.
48 Stunden	9,8°	11,9°	13,9°	11,05°	5,95°
50 „	2,2	2,4	2,9	1,95	1,85
45 „	0,7	0,6	1,0	0,55	0,45
70 „	1,5	1,9	1,7	1,9	1,4
50 „	1,5	1,3	0,0	1,55	1,05

Thermometer aus französischem Krystallglas und solche aus deutschem Sodaglas (vermuthlich thüringer Thermometerglas) in fünf aufeinanderfolgenden Reihen jedes-

mal 45 bis 70 Stunden lang auf 355 Grad und bestimmte zwischen jeder Reihe die Eispunkte. In Tafel A (a. v. S.) sind die Ergebnisse seiner Versuche mit drei französischen und zwei deutschen Thermometern zusammengestellt. Die erste Spalte giebt die Dauer der jedesmaligen Erhitzung, während in den folgenden Spalten die dadurch bewirkten Eispunktserhebungen angegeben sind.

Die französischen Thermometer waren 1 bis 2 Jahre im Gebrauch gewesen, in Folge dessen ihre Eispunkte schon vorher Erhebungen von 7,0, 5,6 bezw. 6,9° gezeigt hatten. Sämmtliche Thermometer wurden nach den in Tafel A angegebenen Erhitzungen mehrere Stunden lang zunächst auf 216 und später auf 304 Grad erwärmt, wobei die Eispunkte noch um einige Zehntelgrade anstiegen. Nach einer Ruhe von 7 Monaten wurden die Thermometer wieder mehrere Male, jedoch jedesmal nur 20 bis 40 Minuten auf 304 Grad erhitzt und zeigten nunmehr keine weiteren Erhebungen, wohl aber die nach Erwärmungen von Thermometern, die längere Zeit in Ruhe verblieben sind, eintretenden vorübergehenden Depressionen der Eispunkte. Auf Grund dieser und anderer ähnlichen, mit 16 neuen Thermometern ausgeführten Versuche kommt Crafts zu nachstehenden Schlussfolgerungen:

1. Die Erhebung des Eispunktes geht anfangs viel schneller vor sich und strebt für eine sehr lange Erhitzung auf ein und dieselbe Temperatur wahrscheinlich einer Grenze zu.

2. Der Eispunkt, welcher in Folge einer lang andauernden höheren Erhitzung angestiegen ist, erhält sich auf der neuen Höhe, sobald das Thermometer gewöhnlichen Temperaturen ausgesetzt bleibt, und

3. durch die Erhitzung auf höhere Temperaturen wird das Thermometer gegen den Einfluss jeder niedrigeren Temperatur beständiger gemacht.

II. Eigene Beobachtungen in den Jahren 1877 bis 1881.

Seit einer Reihe von Jahren bin ich gleichfalls mit Untersuchungen über das Verhalten der Thermometer in höheren Temperaturen beschäftigt, über deren bisherige Ergebnisse ich hier berichten will, soweit sie für den Gebrauch und die Anfertigung der Thermometer von Werth sind. Dieselben bestätigen einerseits die Folgerungen, zu denen die oben genannten Forscher gelangten, andererseits sind sie geeignet, dieselben nach mehreren Richtungen hin zu vervollständigen. Die Versuche, deren Fortführung durch mancherlei Umstände mehrfache Unterbrechungen erlitt, sind anfangs mit den Einrichtungen und Mitteln der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission, später mit denen der physikalisch-technischen Reichsanstalt ausgeführt worden. Ein erster hierher gehöriger Versuch wird bereits von Herrn Direktor Dr. Loewenherz in den *Chemischen Berichten 1877, S. 473*, erwähnt. Hierbei wurden zwei neue chemische Thermometer mehrere Stunden lang in Paraffin auf 300 Grad erhitzt und zeigten nach dem Herausnehmen Eispunktserhebungen von mehr als 1 Grad. Im Jahre 1879 wurde ein anderes chemisches Thermometer, welches ebenfalls noch neu war, etwa 60 Stunden lang (mit Unterbrechungen) auf 300 Grad erhitzt. Die Erhebung des Eispunktes, die anfangs schnell von statten ging und gegen Ende der Operation nur noch wenige Hundertelgrade betrug, belief sich im Ganzen auf 10,5 Grad. Wenig später setzte ich zwei etwa 9 Monate alte Glasstabthermometer nach und nach höheren Temperaturen bis zu 300 Grad aus. Bis 250 Grad liessen sich nach kurzen, wenige Minuten dauernden Erwärmungen noch fortgesetzt Depressionen der Eispunkte wahrnehmen, dagegen zeigten sich nach einer nur 5 Minuten anhaltenden Erwärmung auf 300 Grad die durch die vorgängige Erwärmung auf 250 Grad

um 0,5 bis 0,6 Grad deprimirten Eispunkte um 0,1 Grad gehoben. Nach diesen Vorversuchen unterwarf ich in den Jahren 1880 und 1881 drei feinere, mit gleichmässiger Theilung versehene Thermometer von R. Fuess einer umfassenden Untersuchungsreihe, mit welcher vielfache Bestimmungen des Fundamentalabstandes verbunden wurden. Bezüglich der Einzelheiten der Versuche verweise ich auf die von der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission herausgegebenen *Metronomischen Beiträge No. 3, S. 58*, und gebe hier nur kurz einige der Hauptergebnisse wieder. Eine 20 Minuten andauernde Erhitzung auf 230 Grad mit nachfolgender langsamer Abkühlung hob die Eispunkte im Mittel um 0,4 Grad. Die darauf folgenden Erhitzungen der Thermometer auf 375 Grad, welche im Ganzen ungefähr 100 Stunden anhielten, hatten ein Ansteigen der Eispunkte von durchschnittlich 13 Grad zur Folge. Während der Anstieg nach der ersten Stunde 0,75 Grad betrug, belief er sich gegen Ende der Erhitzung nur noch auf 0,02 bis 0,03° für die Stunde. Erkennt man hieraus eine Bestätigung der ersten Crafts'schen Schlussfolgerung, so geben drei andere vielfach als Hilfsthermometer benutzte Thermometer einen Beleg dafür, dass andauernde hohe Erhitzungen die Thermometer gegen den Einfluss niedrigerer Temperaturen für praktische Zwecke ausreichend beständig machen. Diese Thermometer (No. 7, No. 20 und No. 360) waren im Jahre 1880 zu verschiedenen Malen längere Zeit Temperaturen von etwa 360 Grad ausgesetzt worden und hatten schliesslich Eispunktserhebungen von 8,9, 11,5 bezw. 13,7° gezeigt. Eine im Jahre 1885 vorgenommene 19 stündige Erhitzung der Thermometer auf 100 Grad hatte nur noch Aenderungen der Eispunkte von 0,1, 0,1 bezw. 0,6° hervorgerufen.

III. Eigene Beobachtungen neuerer Zeit.

Die bisher beschriebenen Versuche wurden ausschliesslich mit Thermometern aus thüringer Glas ausgeführt, in neuerer Zeit sind dieselben auch auf Gläser anderen Ursprungs und von bekannter Zusammensetzung ausgedehnt worden. Es kamen zur Verwendung mehrere der von Herrn Dr. Schott in Jena hergestellten Versuchsgläser, darunter das Jenaer Normalthermometerglas, ferner englisches Krystallglas, das ich der Güte des Herrn B. Pensky verdanke, alsdann deutsches Kaliglas, wie

Tafel B.

Bezeichnung des Glases.	Thermometer No.	Kieselsäure.	Natron.	Kali.	Bleioxyd.	Zinkoxyd.	Kalk.	Thonerde.	Magnesia.	Manganoxyd.	Borsäure.	Depression für 100°
XIV^{III}	120	69,0	14,0	—	—	7	7,0	1,0	—	—	2	0,06°
XVI^{III} (Jenaer Normalglas) . .	121	67,5	14,0	—	—	7	7,0	2,5	—	—	2	0,06
XVII^{III}	127	69,0	15,0	10,5	—	—	—	5,0	—	—	—	1,05
XVIII^{III}	132	52,0	—	9,0	—	30	—	—	—	—	9	0,04
XX^{III}	134	67,2	7,5	7,5	—	—	16,0	1,5	—	—	—	0,20
Englisches Krystallglas . . .	90	49,5	1,5	12,3	33,9	—	1,2	0,4	0,7	0,1	—	0,27
Aelteres deutsch. Thermometergl.	F_1	64,7	1,5	18,9	—	—	13,4	0,8	0,3	—	—	0,15
Thüringer Glas	F_3	68,6	16,9	3,6	—	—	7,4	2,9	0,4	0,3	—	0,38
„ „ (anderer Sorte)	F_4	66,7	12,7	10,6	—	—	8,7	0,5	0,2	0,1	—	0,66

es bis in die Mitte dieses Jahrhunderts zu Thermometern verarbeitet wurde, und schliesslich noch zwei thüringer Glassorten. Die chemische Zusammensetzung dieser verschiedenen Gläser, nach Angaben des Herrn Dr. Schott, und die Depression der

Eispunkte für die daraus verfertigten Thermometer nach Erwärmung auf 100 Grad sind aus der Tafel B ersichtlich[1]).

Die Thermometer aus den Jenaer Versuchsgläsern und aus englischem Glas wurden gemeinsam mehrfach andauernden Erhitzungen auf 300 Grad unterworfen und zeigten darauf Eispunktserhebungen, die in Tafel C zusammengestellt sind. Zu bemerken ist, dass diese Thermometer sämmtlich mehrere Monate alt und vorher nur mässigen Temperaturen ausgesetzt waren.

Tafel C.

Datum der Beobachtung.	Gesammtdauer der Erhitzung.	Gesammtanstieg der Eispunkte.					
		No. 120 (XIV^{III})	No. 121 (XVI^{III})	No. 127 (XVII^{III})	No. 132 (XVIII^{III})	No. 134 (XX^{III})	No. 90 engl. Glas
1885 Novbr. 11 .	3½ Stunden	0,30°	0,29°	0,60°	0,14°	0,34°	0,38°
„ 13 .	6½ „	0,61	0,63	1,57	0,31	0,57	1,04
„ 14 .	10¼ „	0,94	1,07	3,07	0,66	1,88	2,33
„ 19 .	13¼ „	1,09	1,24	3,60	0,80		2,73
„ 24 .	19¼ „	1,40	1,57		1,11		3,63

Bezieht man, um eine bessere Uebersicht zu gewinnen, die Anstiege für gleiche Zeiträume nach einander sämmtlich auf diejenigen des Thermometers aus Glas XVIII^{III}, indem man diese gleich 1 setzt, so weichen die Verhältnisszahlen für jedes einzelne der fünf anderen Thermometer nicht sehr von einander ab. Bildet man dann für jedes Thermometer das Mittel aus den Verhältnisszahlen, so hat man als Maassstab für die Grösse des Anstieges die in Tafel D folgenden Werthe, neben welchen die Depressionen (nach Erwärmung auf 100 Grad) für die betreffenden Instrumente aufgeführt werden.

Tafel D.

Glas.	Mittlere Verhältnisszahl.	Depression für 100°.
XVIII^{III} .	1,0	0,04°
XIV^{III} . .	1,6	0,06
XVI^{III} . .	1,7	0,06
XX^{III} . .	2,4	0,20
engl. Glas .	3,2	0,27
XVII^{III} . .	4,8	1,05

Es ist sehr bemerkenswerth, dass die Gläser in Bezug auf den Anstieg dieselbe Reihenfolge einhalten wie bezüglich der Depression für 100 Grad. Einer kleineren Depression entspricht auch ein kleinerer Anstieg.

Etwa 7 Monate nachher wurden die Thermometer 127 und 131 mit mehreren anderen Thermometern zusammen in Temperaturen zwischen 100 und 200 Grad verglichen, worüber später berichtet werden wird. Hier sei nur erwähnt, dass die Eispunkte der beiden Thermometer nach diesen Erhitzungen keine weiteren Erhebungen zeigten.

Für das in obigen Tafeln mit aufgeführte Thermometer 121 aus Jenaer Normalglas sollen noch einige weitere Daten hinzugefügt werden. Am 10. November 1885 lag der Eispunkt bei +0,11°, nach der 19stündigen Erhitzung auf 300 Grad am

[1]) Vergleiche hierzu Wiebe: Ueber den Einfluss der Zusammensetzung des Glases auf die Nachwirkungs-Erscheinungen bei Thermometern. Berichte der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1884, S. 843 und 1885, S. 1021.

20. November bei + 1,68°. Das Thermometer blieb dann in Ruhe bis 23. Februar 1886, wo der Eispunkt bei + 1,73° gefunden wurde. Nach abermaliger längerer Ruhe (etwa 1½ Jahre) fand sich der Eispunkt bei + 1,75°. Das Thermometer wurde nun mehrfach andauernden Erhitzungen auf 260 Grad ausgesetzt und zeigte dabei eine geringe, schliesslich unerheblich werdende Eispunktserhebung:

									Lage des Eispunkts
1888	Juli 14.	nach	4½	stündiger	Erhitzung	auf	260	Grad	+ 1,80°
	„ 18.	„	5	„	„	„	„		+ 1,83
	„ 19.	„	4	„	„	„	„		+ 1,85
	Sept. 4.	„	4	„	„	„	„		+ 1,86.

Man erkennt hieraus, dass schon eine etwa 19 stündige Erwärmung des Thermometers aus Jenaer Normalglas auf 300 Grad ausreichte, um die Grenzen der Veränderlichkeit bei späterem Gebrauch in Temperaturen bis 260 Grad auf unerhebliche Grössen einzuschränken.

Um einen Vergleich des Jenaer Normalglases mit dem thüringer Thermometerglase hinsichtlich des Verhaltens nach höheren Erhitzungen zu ermöglichen, mögen in Tafel E noch einige weitere Daten über den Anstieg der Eispunkte Platz finden. Die Zahlen für Jenaer Normalglas sind Mittelwerthe aus einigen im Juli d. J. angestellten Versuchen mit zwei neuen Thermometern, diejenigen für thüringer Glas sind aus den in den *Metr. Beiträgen No. 3* angegebenen Beobachtungen, welche sich ebenfalls auf neue Thermometer beziehen, interpolirt.

Tafel E.

Gesammtdauer der Erhitzung auf 360 bis 370°.	Erhebungen des Eispunktes bei Thermometern aus		Verhältniss
	Jenaer Normalglas I.	Thüringer Glas II.	II : I
8 Stunden	1,51°	4,62°	3,1
13 „	1,89	6,56	3,5
16 „	2,21	7,30	3,3

Aus der letzten Spalte, in welcher die Verhältnisszahlen der Anstiege aufgeführt sind, folgt das interessante Ergebniss, dass das Jenaer Normalglas hohen Erhitzungen gegenüber sich mehr als dreimal so günstig verhält wie das früher allgemein angewandte thüringer Thermometerglas.

Es erübrigt noch, die Ergebnisse der Untersuchung der drei in Tafel B aufgeführten Thermometer F_1, F_3 und F_4 aus älterem deutschen Thermometerglas bez. bis vor kurzem üblichen thüringer Glassorten mitzutheilen. Sie werden in der Tafel F (a. f. S.) ausführlicher wiedergegeben, da sie ausser einer weiteren Bestätigung des Gesagten auch noch eine nicht unwichtige Schlussfolgerung bezüglich der vorübergehenden Depression des Eispunktes gestatten.

Die Zahlen der Tafel F bestätigen gleichfalls, dass für Thermometer mit grösserer Eispunktsdepression auch die durch andauernde Erhitzungen hervorgerufenen Eispunktserhebungen grösser sind; es beträgt nämlich die Erhebung der Eispunkte nach 38stündiger Erwärmung auf 260 Grad 0,73, 1,37 bezw. 2,15° und die entsprechenden Depressionen sind 0,15, 0,38 bezw. 0,66°. Ferner zeigt sich, dass der Werth

Tafel F.

Datum.	Behandlung der Thermometer vor der Eispunktsbestimmung.	Lage der Eispunkte der Thermometer F_1	F_3	F_4	Bemerkungen.
1881 März 21	F_4 ist seit mehreren Monaten in Ruhe verblieben . . .			+ 0,21°	Bezüglich der Grösse der Depressionen vergl. Tafel G. (A. folg. Seite).
	Nach ½stündiger Erwärmung auf 100°			— 0,44	
1882 Decbr. 6	F_1 und F_3 seit mehreren Jahren in Ruhe	+ 0,16°	+ 0,18°		
	Nach ½stündiger Erwärmung auf 100°	+ 0,01	— 0,20		
1883 Sept. 19	Therm. seit 2 Monaten in Ruhe	— 0,04	+ 0,17	+ 5,22	Im Mai 1883 wurden die Therm. geöffnet und, nachdem Stücke von den Kapillarröhren zur Analyse abgenommen, ausgekocht und wieder zugeschmolzen.
	Nach ½stündiger Erwärmung auf 100°	— 0,13	— 0,10	+ 4,66	
1884 Febr. 26	Therm. seit 5 Monaten in Ruhe	— 0,02		+ 5,34	
	Nach ½stündiger Erwärmung auf 100°	— 0,13		+ 4,74	
„ 27	F_1 und F_4 werden 6½ Stunde lang auf 250° erhitzt.				Eispunktserhebungen seit dem 26. Febr. 1884: F_1 0,42°, F_4 0,95°
„ 29	. . . .	+ 0,40		+ 6,29	
1885 Juli 21	Thermometer inzwisch. in Ruhe	+ 0,46	+ 0,06	+ 6,61	Bei F_3 war inzwischen eine Reparatur des Umhüllungsrohres erforderlich geworden und dabei eine Skalenverschiebung eingetreten.
„ 22	Nach ½stündiger Erwärmung auf 100°	+ 0,34	— 0,29	+ 6,00	
1888 Juli 13	Thermometer inzwisch. in Ruhe	+ 0,46	+ 0,13	+ 6,74	
	Nach ½stündiger Erwärmung auf 100°	+ 0,35	— 0,24	+ 6,08	
	Alsdann werden die Instrum. 3 Std. lang auf 260° erhitzt.				
„ 14	Die Therm. werden abermals 3 Std. lang auf 260° erhitzt.				Eispunktserhebungen seit dem 26. Febr. 1884, für F_3 seit dem 21. Juli 1885: F_1 / F_3 / F_4
„ 17	. . . .	+ 0,49	+ 0,68	+ 6,58	0,51° / 0,62° / 1,24°
	Vom 17. bis 20. Juli werden die Therm. während 23 Std. auf 260° erhitzt.				
„ 21	. . . .	+ 0,65	+ 1,11	+ 7,13	0,67 / 1,05 / 1,79
	Alsdann werden die Therm. wiederum 3 Stunden lang auf 260° erhitzt.				
Aug. 31	Inzwischen waren die Therm. in Ruhe verblieben . . .	+ 0,71	+ 1,43	+ 7,49	0,73 / 1,37 / 2,15
	Nach ½stündiger Erwärmung auf 100°	+ 0,63	+ 1,13	+ 7,07	
	Vom 1. bis 4. Sept. wurden die Therm. während 12½ Stunden 260° ausgesetzt.				
Sept. 24	. . . .	+ 0,72	+ 1,54		0,74 / 1,48 / —

der Depression für ein und dasselbe Thermometer verschieden ausfallen kann je nach der vorhergegangenen Behandlung. Die nachfolgende Zusammenstellung der beobachteten Werthe der Depression wird dies noch näher erweisen:

Tafel G.

Depressionen für halbstündige Erwärmung auf 100°.

Datum.	F_1	F_3	F_4	Bemerkungen.
1882 Decembr. 6	0,15°	0,38°	0,65°	Thermometer vorher lange Zeit in Ruhe.
1883 Septemb. 19	0,09	0,27	0,56	Thermometer kurz vorher geöffnet und neu ausgekocht.
1884 Februar 26	0,11		0,60	Thermometer inzwischen in Ruhe.
1885 Juli 22	0,12	0,35	0,61	Thermometer am 27. Febr. 6¼ Stunde auf 250° erhitzt und seit 3. März 1884 in Ruhe.
1888 Juli 13	0,11	0,37	0,66	Thermometer seit 22. Juli 1885 in Ruhe.
August 31	0,08	0,30	0,42	Thermometer inzwischen 38 Stunden auf 260° erhitzt.

Man erkennt hieraus deutlich den Einfluss vorhergegangener hoher Erhitzungen auf die Grösse der Depression; sowohl am 19. September 1883, kurz nachdem die Thermometer neu ausgekocht waren, als am 31. August 1888, kurz nachdem die Thermometer längere Zeit auf 260 Grad erhitzt waren, zeigte sich die Depression bedeutend vermindert. Man sieht auch hieraus, wie bedenklich es ist, auf die Brauchbarkeit der Gläser in thermometrischer Beziehung aus den bald nach ihrer Anfertigung beobachteten Depressionen zu schliessen, da letztere in Folge der bei der Anfertigung angewendeten hohen Erhitzungen nothwendig zu gering ausfallen müssen. Will man den vollen Betrag der einer Glassorte eigenthümlichen Nachwirkungsgrösse feststellen, so müssen die Thermometer entweder viele Monate lagern oder einem künstlichen Alterungsprocess unterworfen werden, wie er bereits von Welsh angewandt wurde und in den *Berichten der Berliner Akad. 1885, S. 1023,* von mir näher beschrieben worden ist.

IV. Ergebnisse.

Aus den vorstehend mitgetheilten Beobachtungen lassen sich folgende Schlüsse herleiten:

1. Crafts' Annahme, dass bei lang andauernder Erhitzung auf ein und dieselbe Temperatur die Eispunktserhebung schliesslich ein Maximum erreicht, scheint sich zu bestätigen.

2. Lang andauernde Erhitzungen auf höhere Temperaturen machen den Eispunkt der Thermometer für niedere Temperaturen nahezu beständig. Für chemische Thermometer aus Jenaer Normalglas dürfte in den weitaus meisten Fällen eine etwa 24stündige Erhitzung auf 300 Grad vor Herstellung der Skale ausreichen, um die beim Gebrauch eintretenden Eispunktserhebungen auf unerhebliche Grössen einzuschränken.

3. Thermometer aus englischem Bleiglas und solche aus thüringer Glas verhalten sich bei Erhitzungen auf höhere Temperaturen ungünstiger als Thermometer aus den Jenaer Gläsern XIV^{III}, XVI^{III} und XVIII^{III} und aus dem bei älteren deutschen Thermometern angewandten Kaliglas.[1])

4. Das Jenaer Normalglas verhält sich in dieser Beziehung mehr als dreimal so günstig wie das gewöhnliche thüringer Glas.

[1]) Auch Herr Prof. Dr. R. Weber hat nach einer vorläufigen Mittheilung in der *Deutschen Chemiker-Zeitung vom 9. Oktober d. J.* den durch höhere Erhitzungen erzeugten Standänderungen von Thermometern aus verschiedenen Gläsern seine Aufmerksamkeit zugewandt und ein Glas hergestellt, welches nach den dortigen Angaben sich ebenfalls erheblich günstiger verhält als das gewöhnliche thüringer Glas.

5. Zwischen den durch andauernde Erhitzungen hervorgerufenen Eispunktsanstiegen und den durch kurze Erwärmung auf 100 Grad erzeugten vorübergehenden Depressionen des Eispunktes besteht für die hier untersuchten Gläser die Beziehung, dass einer grösseren Depression auch ein höherer Anstieg entspricht.

Schliesslich möchte noch zu erwähnen sein, dass die durch andauernde Erhitzungen bewirkten Eispunktserhebungen meistens von einer Gasabscheidung begleitet sind, welche sich durch kleine Blasen im Thermometergefäss zu erkennen giebt. Der Annahme, dass das abgeschiedene Gas aus dem Quecksilber herrühre, steht der Umstand entgegen, dass die kleinen Bläschen selbst nach tagelangem Liegen von dem umgebenden Quecksilber nicht wieder absorbirt werden. Es dürfte demnach die Annahme gerechtfertigt sein, dass das durch Erhitzen abgeschiedene Gas aus der Glasmasse des Thermometers herrührt. Uebrigens nöthigen die Gasabscheidungen nach starken Erhitzungen dazu, die Kapillaren von Thermometern für hohe Temperaturen oben mit einer Erweiterung zu versehen, da es sonst häufig nicht möglich ist, das abgeschiedene Gas in den leeren Theil der Kapillare über das Quecksilber zu schaffen, so dass das Thermometer in der Regel unbrauchbar wird.

Ferner ist noch zu bemerken, dass mit den Eispunktserhebungen auch eine Aenderung des Ausdehnungskoefficienten des Glases Hand in Hand geht. Dies wurde zuerst von Crafts ermittelt und durch zahlreiche von mir in den *Metron. Beiträgen No. 3* beschriebene Versuche bestätigt. Es trat im Laufe der Erhitzungen allmälig eine Vergrösserung des Fundamentalabstandes hervor, aus der sich die Gesammtverminderung des Ausdehnungskoefficienten des Glases zu 0,02 seines Werthes berechnete. Auch aus diesem Grunde dürfte es sich durchaus empfehlen, Thermometer für höhere Temperaturen vor der Herstellung der Skale längeren Erhitzungen auszusetzen.

Charlottenburg, im Oktober 1888.

Ueber die Genauigkeit der Instrumente zum Abstecken von rechten Winkeln.

Von

Professor **Franz Lorber** in Leoben.

1. Die Instrumente zum Abstecken von rechten Winkeln sind in allen bekannten Konstruktionen in der Praxis sehr zahlreich verbreitet; trotzdem sind aber bisher nur wenige Arbeiten über die mit denselben zu erreichende Genauigkeit veröffentlicht worden und man hält sich bezüglich dieser zumeist an durch Ueberlieferung fortgepflanzte Angaben, welche oft sehr erheblich von einander abweichen.

Aus Anlass der Besprechung des neuen Prismenkreuzes von Starke & Kammerer[1]) unternahm ich es, nicht bloss die in demselben verwendeten Winkelprismen, sondern auch andere Instrumente auf ihre Genauigkeit zu untersuchen, und zwar erstreckte sich die Untersuchung auf zwei Winkeltrommeln (eine kegelförmige, sogenannte Kreuzscheibe, und eine cylindrische), vier Winkelspiegel und drei Winkelprismen, somit im Ganzen auf neun Instrumente. Die Arbeit gestaltete sich im Verlaufe ihrer Durchführung viel umfangreicher, als ich ursprünglich dachte, und es würde zu weit führen, wenn ich alle Beobachtungen im Einzelnen anführen wollte; ich muss mich daher darauf beschränken, nebst der Angabe des Ganges nur die Ergebnisse der Untersuchung und die daraus gezogenen Schlüsse mitzutheilen.

---

[1]) Diese Zeitschrift 1888, S. 283.

2. Der mit einem der genannten Instrumente abgesteckte Winkel soll ein Rechter, also, wenn alte Theilung zu Grunde gelegt wird, 90° sein; der Unterschied des abgesteckten Winkels von 90° setzt sich aus dem zufälligen Fehler (Absteckungsfehler) und dem konstanten Fehler des Instruments zusammen. Ein solcher Fehler wird im Allgemeinen bei jedem Instrumente vorhanden sein, weil die mathematisch genaue Erfüllung der theoretischen Bedingung nicht erreicht werden kann; so werden die beiden Visirebenen der Winkeltrommel nicht genau senkrecht zu einander stehen, die beiden Spiegel des Winkelspiegels werden nicht genau den Winkel von 45° mit einander einschliessen, da die Berichtigung nur bis zu einer gewissen Grenze ausgeführt werden kann, und endlich wird auch das dreiseitige Winkelprisma nicht mathematisch genau einen gleichschenklig rechtwinkligen Querschnitt haben.

Um zunächst den konstanten Fehler des betreffenden Instrumentes zu bestimmen, hat man mit demselben mehrere Winkel abzustecken und deren Grösse mit Hilfe eines Theodoliten zu ermitteln. Sind die Beobachtungsresultate:

$$w_1, w_2, w_3, \ldots\ldots w_n,$$

so ist der wahrscheinlichste Werth des abgesteckten Winkels:

$$W = \frac{w_1 + w_2 \ldots + w_n}{n}$$

und, weil von dem Fehler der Theodolitmessung abgesehen werden kann, der konstante Fehler des Instrumentes:

$$K = W - 90°.$$

Aus den beobachteten Grössen lässt sich aber auch leicht der mittlere Absteckungsfehler, welcher für die Beurtheilung der Genauigkeit des Instrumentes maassgebend ist, bestimmen; denn es ergiebt sich derselbe als mittlerer Fehler einer Beobachtung:

$$\varphi = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \ldots + v_n^2}{n-1}},$$

worin mit $v_1\ v_2 \ldots v_n$ die Unterschiede des wahrscheinlichsten Werthes W von den einzelnen Beobachtungsresultaten bezeichnet werden. Weiter ist der mittlere Fehler des arithmetischen Mittels W, also auch die mittlere Unsicherheit des konstanten Instrumentenfehlers K:

$$\varphi_0 = \frac{\varphi}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \ldots + v_n^2}{n(n-1)}};$$

damit sonach K mit möglichster Genauigkeit erhalten werde, ist es nothwendig, dass die Anzahl der Beobachtungen keine zu geringe sei und dass alle die Resultate w anderweitig beeinflussenden Ursachen thunlichst vermieden werden.

Wollte man jeden einzelnen abgesteckten Winkel wirklich mit dem Theodolit nachmessen, so würde die Arbeit zu sehr ausgedehnt werden; es empfiehlt sich daher, vor allem ein festes Gerippe derart festzulegen, dass zwei Gerade CA und CB unter einem rechten Winkel abgesteckt, in jede der beiden Linien in entsprechenden Entfernungen Pflöcke einvisirt und die Richtungen der von C ausgehenden Strahlen gemessen werden.

Nachfolgende Zusammenstellung giebt das für die durchgeführte Untersuchung benutzte Gerippe:

Linie CA.

Einvisirter Punkt.	Entfernung von C in *Meter*.	Gemessene Richtungen.
A (I)	123,31	0° 0′ 0″
II	105,17	0 0 9
III	87,24	0 0 23
IV	69,42	0 0 18
V	51,72	0 0 5
VI	33,90	0 0 30
VII	16,44	0 0 40

Linie CB.

Einvisirter Punkt.	Entfernung von C in *Meter*.	Gemessene Richtungen.
B (1)	126,07	90° 0′ 32″
2	108,15	— — [1]
3	90,25	90 0 37
4	72,52	90 1 28
5	55,02	90 0 39
6	39,39	90 0 36
7	19,18	90 0 44

Auf Grund der angeführten Daten kann man den von zwei beliebig gewählten Schenkeln eingeschlossenen festen Winkel ermitteln; so z. B. ist III $C6 = 90° 0' 13'' = 90° 0{,}2'$. Steckt man nun mit einem Instrumente einen rechten Winkel ab, indem die eine Visur nach III gerichtet und ein Stab in der Entfernung $C6$ in die entsprechende Visur eingewiesen wird, so kann man die Abweichung des abgesteckten Punktes $6'$ von 6 in linearem Maasse, ferner die Abweichung des Schenkels $C6'$ von $C6$ im Winkelmaasse, und endlich die Grösse des abgesteckten Winkels III $C6'$ selbst bestimmen.

3. Nach der vorausgegangenen Darstellung sind nun die mittleren Absteckungsfehler und die konstanten Fehler der verschiedenen Instrumente abgeleitet worden; besondere Rücksicht erfordert aber bei diesem Vorgange, welcher mit dem Namen „Absteckungsverfahren“ bezeichnet werden kann, die Aufstellung der Instrumente, denn es soll der Scheitel des abgesteckten Winkels mit dem Punkt C zusammenfallen. Wäre dies nicht der Fall, so hätte man es mit einer excentrischen Lage des Winkelscheitels zu thun, welche ihren, auf bekannte Weise zu schätzenden, Einfluss auf die Resultate ausüben und diese daher mehr oder weniger unrichtig machen würde.

Bei der Winkeltrommel behält der Winkelscheitel stets denselben Ort bei und sie kann, auf ein Dreifussstativ aufgesteckt, mit Hilfe eines Lothes und einer aufgesetzten berichtigten Dosenlibelle centrisch aufgestellt werden. Anders steht es aber bei dem Winkelspiegel und dem Winkelprisma, bei welchen Instrumenten der Ort des Winkelscheitels veränderlich ist; da ein Stativ zur Aufstellung nicht gut benutzt werden kann, wird am besten über C ein Messtisch aufgestellt, der Punkt auf das horizontal gerichtete Tischblatt heraufgelothet und der Spiegel beziehungsweise das Prisma nach Abnahme des etwa vorhandenen Handgriffes so aufgelegt, dass der Scheitel des abzusteckenden Winkels mit dem Punkte auf dem Tischblatte zusammenfällt. Bei der Absteckung ist aber dann Vorsorge zu treffen, dass das Auge stets denselben Ort einnimmt; wenn daher durch die Einrichtung des Instrumentes dies nicht von selbst bedingt ist, so muss man beachten, die Deckung des festen mit dem Bilde des eingewiesenen Stabes möglichst an derselben Stelle des Spiegels, beziehungsweise des Prismas zu bewerkstelligen.

Da die centrische Aufstellung trotz der grössten Sorgfalt keine vollkommene sein wird, so darf man auch einen vollkommen richtigen Werth von W, beziehungsweise von K nicht gewärtigen; die gefundenen Grössen stellen demnach genäherte Resultate vor, welche sich der Wahrheit um so mehr nähern werden, je besser die theoretischen Bedingungen der Aufstellung erfüllt worden sind. Um in dieser Richtung übermässige Einflüsse von vorn herein unschädlich zu machen, sind bei den beiden Instrumenten nur solche Winkel in Betracht gezogen worden, bei welchen

[1]) Pflock 2 wurde vor der Richtungsmessung von unberufener Hand entfernt.

der eingewiesene Stab sich in einer Entfernung von mehr als 50 *m* befand; dazu wird man auch noch im Hinblick auf den Einfluss des Schiefstehens des in freier Hand gehaltenen Stabes gedrängt, da dieser Einfluss bekanntlich mit der Entfernung abnimmt.

Diese Rücksichten waren bei der Winkeltrommel nicht in dem gleichen Maasse erforderlich, weil bei dieser einerseits der Winkelscheitel am Instrumente eine bestimmte Lage hat und andererseits die Einstellung stets nahe auf den Fusspunkt des Stabes vorgenommen werden konnte. Im Nachstehenden sollen nun die Einzelheiten der Untersuchungen angeführt werden.

a) Winkeltrommel mit Visirspalten.

Kegelförmige Trommel: Durchmesser unten 100 *mm*; oben 70 *mm*; Höhe 93 *mm*; Weite der Spalten 0,6 *mm*.

Cylindrische Trommel: Durchmesser 54 *mm*; Höhe 56 *mm*; Weite der Spalten 0,6 *mm*.

Die Absteckung des Winkels wurde bei diesen Instrumenten in der Weise vorgenommen, dass die eine Visur auf den angenommenen festen Punkt eingestellt, und in die zweite Visirebene der bewegliche Stab in verschiedenen Entfernungen eingewiesen wurde; da die fixe Visur beibehalten wurde, so stellt der aus den Beobachtungen unmittelbar gefundene Werth φ_1 noch nicht den Fehler φ des abgesteckten Winkels, sondern den Fehler einer Visur vor und man hat, um φ zu erhalten, φ_1 noch mit $\sqrt{2}$ zu multipliciren.

Es braucht wohl eigentlich nicht besonders bemerkt zu werden, dass das Auge seinen Platz stets nahe an derselben Stelle (am unteren Ende) der Spalte hatte, und dass die Visur über möglichst einen und denselben Punkt der Gegenspalte bewerkstelligt wurde.

Aus 100 mit der Kreuzscheibe angestellten Beobachtungen ergab sich:

Wahrscheinlichster Werth des abgesteckten Winkels	$W =$	89° 55,6′
Konstanter Instrumentenfehler	$K =$	— 4,4
Mittlerer Fehler einer Visur	$\varphi_1 =$	1,2
„ „ des abgesteckten Winkels	$\varphi =$	1,7

Mit der cylindrischen Winkeltrommel sind drei Beobachtungsreihen durchgeführt worden, die erste mit 60, die zweite und dritte mit je 30 Beobachtungen; bei der ersten Reihe stand das Auge am unteren Ende, bei der zweiten beiläufig in der Mitte und bei der dritten am oberen Ende der Visirspalte.

Die Resultate der drei Beobachtungsreihen sind:

	1	2	3
$W =$	90° 4,5′	90° 9,0′	90° 17,2′
$K =$	4,5	9,0	17,2
$\varphi_1 =$	2,0	2,0	1,9

Zur Ermittlung des mittleren Fehlers können die Beobachtungsreihen vereinigt werden[1]); man erhält hierdurch also aus 120 Beobachtungen:

$$\varphi_1 = 2{,}0' \text{ und } \varphi = 2{,}8'.$$

b. Winkelspiegel.

Die mit drei Winkelspiegeln vorgenommenen Beobachtungen (mit jedem Instrumente 80) ergaben Folgendes:

[1]) Jede derartige Vereinigung geschah immer mit Hilfe der Fehlerquadrate.

	1	2	3
$W =$	89° 51,4′	90° 3,0′	90° 3,2′
$K =$	— 8,6	3,0	3,2
$\varphi =$	1,7	1,2	0,7

Durch die Vereinigung der Absteckungsfehler zu einem Mittel erhält man:

$$\varphi = 1{,}3'.$$

c. Winkelprisma.

Mit drei Winkelprismen sind im Ganzen 276 Beobachtungen ausgeführt worden, und zwar bezw. 80, 96 und 100 Beobachtungen, deren Ergebnisse folgende sind:

	1	2	3
$W =$	90° 7,4′	90° 3,6′	89° 58,1′
$K =$	7,4	3,6	— 1,9
$\varphi =$	1,0	1,2	1,0

Mittel von $\varphi = 1{,}1'$.

4. Die Bestimmung der Genauigkeit nach dem „Absteckungsverfahren" ist umständlich, weil wegen der gleichzeitigen Ermittlung des konstanten Instrumentalfehlers Rücksichten verschiedener Art beobachtet werden müssen, welche aber entfallen, wenn man bloss den Absteckungsfehler kennen lernen will, und den konstanten Fehler ganz ausser Acht lässt. Es bedarf dann keiner genauen centrischen Aufstellung über einem bestimmten Punkte, es können für den eingewiesenen Stab auch geringere Entfernungen gewählt werden und es handelt sich dann überhaupt nur darum, zu ermitteln, mit welcher Genauigkeit man einen Stab in die gegebene Visirebene einweisen kann, weshalb dieses Verfahren „Einweisungsverfahren" genannt werden soll.

Die Anordnung der Beobachtungen war dieselbe, wie früher angegeben wurde; die Winkeltrommeln kamen auf dem Dreifussstative und die Winkelspiegel und Prismen auf dem Messtische zur Anwendung.

Der mittlere Fehler der Einweisung in die bestimmte Visirebene wurde zunächst mit Benutzung des festen Gerippes im Längenmaasse ermittelt und dann im Winkelmaasse ausgedrückt; bei der Winkeltrommel stellt derselbe wieder den Fehler einer Visur, die noch mit $\sqrt{2}$ zu multipliciren ist, bei dem Winkelspiegel und Prisma jedoch den Absteckungsfehler selbst vor.

Die Ergebnisse nach dem „Einweisungsverfahren" stellen sich wie folgt:

a. Winkeltrommel.

1. *Kegelförmige Trommel:* Anzahl der Beobachtungen 100 (für jede Entfernung 20).

Entfernung des eingewiesenen Stabes	16	34	52	69	87	*m*
Mittlerer Fehler der Einweisung	7,4	8,0	13,5	20,7	27,3	*mm*
(Visurfehler)	1,6	0,8	0,9	1,0	1,1′	

Mittelwerth des Visurfehlers $\varphi_1 = 1{,}1'$

Mittlerer Absteckungsfehler $\varphi = \varphi_1 \sqrt{2} = 1{,}6'$.

2. *Cylindrische Trommel:* Anzahl der Beobachtungen 120 (für jede Entfernung 40).

Entfernung des eingewiesenen Stabes	19	39	55	*m*
Mittlerer Fehler der Einweisung	11,8	19,1	26,1	*mm*
(Visurfehler)	2,1	1,8	1,6′	

Mittelwerth des Visurfehlers $\varphi_1 = 1{,}8'$
Mittlerer Absteckungsfehler $\varphi = \varphi_1 \sqrt{2} = 2{,}6'$.

b. Winkelspiegel.

No. 1 und 2: Anzahl der Beobachtungen 200 (für jede Entfernung 40).

Entfernung des eingewiesenen Stabes	18	37	53	71	89 *m*
Mittlerer Fehler der Absteckung . .	12,4	17,5	21,2	27,1	31,8 *mm*
	2,3	1,6	1,8	1,3	1,2′

Mittlerer Absteckungsfehler $\varphi = 1{,}7'$.

No. 3 und 4: Anzahl der Beobachtungen 200 (für jede Entfernung 40).

Entfernung des eingewiesenen Stabes	18	37	53	71	89 *m*
Mittlerer Fehler der Absteckung . .	6,0	8,5	8,8	13,3	15,8 *mm*
	1,1	0,8	0,6	0,6	0,6′

Mittlerer Absteckungsfehler $\varphi = 0{,}8'$
Mittlerer Absteckungsfehler aus allen 400 Beobachtungen $\varphi = 1{,}3'$.

c. Winkelprisma.

No. 1, 2 und 3: Anzahl der Beobachtungen 488.

Entfernung des eingewiesenen Stabes	18	37	53	71 *m*
Mittlerer Fehler der Absteckung . .	7,1	11,4	13,3	18,5 *mm*
	1,4	1,1	0,9	0,9′
Anzahl der Beobachtungen	148	148	108	84

Mittlerer Absteckungsfehler aller 488 Beobachtungen $\varphi = 1{,}1'$.

5. Die in den vorigen Abschnitten angegebenen Werthe des mittleren Absteckungsfehlers:

bei der kegelförmigen Winkeltrommel	$\varphi = 1{,}6'$	(1,7′)
„ „ cylindrischen „	$= 2{,}6$	(2,8)
„ dem Winkelspiegel	$= 1{,}3$	(1,3)
„ „ Winkelprisma	$= 1{,}1$	(1,1)

geben also den mittleren Fehler des abgesteckten rechten Winkels, wenn das Instrument fehlerfrei ist, oder allgemeiner gesagt, den mittleren Fehler des abgesteckten konstanten Winkels, welcher in der Regel von 90° verschieden sein wird, an.

Die mitgetheilten Werthe bilden die Ergebnisse unabhängiger von Herrn Adjunkten Ruth und mir vorgenommener Beobachtungen, bei welchen, wie erwähnt, besondere Sorgfalt auf die Aufstellung der Instrumente verwendet wurde. Da in der Praxis eine solche Sorgfalt nicht eingehalten wird, und auch nicht eingehalten werden kann, so können die gefundenen Zahlenwerthe zunächst allerdings nur einen Anhaltspunkt für die erreichbare Genauigkeit geben; trotzdem bieten sie aber Gelegenheit, um Schlüsse zu ziehen, welche für die praktische Anwendung nicht ohne Belang sein werden.

Betrachtet man insbesondere die in Abschnitt 4 bei den Winkelspiegeln No. 1 und 2 einerseits und No. 3 und 4 andrerseits angegebenen Werthe von φ, nämlich 1,7 und 0,8, so fällt sofort deren Unterschied auf, der übrigens auch schon in Abschnitt 3 hervorgetreten ist. Die Instrumente 1 und 2 sind gewöhnliche Winkelspiegel (von Starke & Kammerer), bei welchen der volle Einblick in die Spiegel gestattet ist; Winkelspiegel No. 3 (von Goldschmid) ist mit Markenstrichen versehen,

während bei No. 4 dem Auge durch einen kleinen Ausschnitt in der Wand des die Spiegel umfassenden Gehäuses, ähnlich wie bei dem neuen Prismenkreuze, ein bestimmter Platz angewiesen ist.

Wenngleich bei dem Winkelspiegel No. 3 der beabsichtigte Zweck, die Deckung der Bilder in den Markenstrichen zu vollziehen, sich wegen der Unmöglichkeit, Bild und Marke gleich deutlich zu sehen, nicht erreichen lässt, so lässt sich doch die Deckung in der Nähe der Striche, also stets nahezu an derselben Stelle des Spiegels bewerkstelligen, was bei der Konstruktion No. 4 von Starke & Kammerer ebenfalls, aber viel ungezwungener geschehen kann.

Der abgesteckte Winkel ist bloss von dem Neigungswinkel der beiden Spiegel und nicht auch von dem Einfallswinkel der Strahlen abhängig und soll also, wenn man die Bilder zur Deckung gebracht hat, diese Deckung nicht verloren gehen, wenn das Auge seinen Ort etwas verändert.

Bei den Beobachtungen wurde nun gefunden, und dies wird bei vielen in der Praxis befindlichen Winkelspiegeln gewiss auch der Fall sein, dass mit der Bewegung des Auges die Bilder auseinander gehen; dies zeigte sich bei den Instrumenten No. 1, 2 und bis zu einem gewissen Grade auch bei 3 so bedeutend, dass der Unterschied im abgesteckten Winkel, wenn an den äussersten Grenzen (rechts und links) des Spiegels visirt wurde, bis zu 36′ anwuchs.

Die Ursache dieser Erscheinung ist jedenfalls darin zu suchen, dass die Spiegel nicht von vollkommen ebenen Flächen begrenzt sind und dass es trotz der grössten Vorsicht ganz und gar unmöglich ist, bei den gewöhnlichen Winkelspiegeln („ohne fixirte Visur") die Deckung der Bilder stets genau an derselben Stelle zu vollführen, so muss dies auch auf die Genauigkeit solcher Winkelspiegel Einfluss üben; daher dürfte es auch gerechtfertigt sein, dass die Instrumente „ohne fixirte Visur" und „mit fixirter Visur" getrennt behandelt wurden.

Wenn man berücksichtigt, dass im Allgemeinen zu den Winkelspiegeln gewöhnliche und nicht mit aller Sorgfalt auf das vollkommenste hergestellte Spiegel verwendet werden, so muss man mit der Thatsache rechnen, dass die Spiegelflächen von der ebenen Gestalt abweichen werden, wenngleich diese Abweichungen durch die gewöhnliche Methode der Prüfung nicht entdeckt werden können; in Folge dessen soll man bei der Anwendung der Winkelspiegel trachten, dass die Deckung der Bilder immer möglichst an derselben Stelle vorgenommen wird, oder noch besser, man soll überhaupt nur solche Instrumente verwenden, bei welchen schon durch die Konstruktion dafür Vorsorge getroffen ist.

Von den in Untersuchung gezogenen Winkelprismen (No. 1 ein einfaches Winkelprisma von Ertel, No. 2 und 3 das untere beziehungsweise obere Prisma eines neuen Prismenkreuzes von Starke & Kammerer) haben No. 2 und 3 ebenfalls „fixirte Visur", während bei No. 1 der freie Einblick möglich ist; abgesehen davon, dass hierbei eine Unebenheit der Flächen überhaupt seltener vorkommt, kann sich aber auch eine solche nicht so bemerkbar machen, weil bei den Winkelprismen nur ein geringer Spielraum für die Deckung der Bilder zulässig ist.

Was endlich die Winkeltrommel betrifft, so ist bei dieser der Visurfehler und damit auch der Absteckungsfehler von der Entfernung und im geringern Grade auch von der Weite der Spalten abhängig; er wird um so kleiner, je grösser die Entfernung, und je geringer die Weite der Spalten ist, wozu aber zu bemerken kommt, dass durch sehr enge Spalten eine Vergrösserung der Genauigkeit nicht zu erzielen ist, weil dann zu wenig Licht ins Auge kommt.

Nimmt man den mittleren Visurfehler 1,1′ für den Abstand der Visirspalten von 100 *mm* als Grundlage an, so erhält man für einen Spaltenabstand von 54 *mm* den mittleren Visurfehler 2,0′, was mit dem bei der cylindrischen Winkeltrommel gefundenen Werth 1,8′ nahezu übereinstimmt. (Fortsetzung folgt.)

Automatisches Spektroskop mit festem Beobachtungsfernrohr.

Von

Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

Bei Spektralapparaten mit einer grösseren Anzahl von Prismen ist es bekanntlich erforderlich, dass jedes Prisma im Minimum der Ablenkung für die jeweilig beobachtete Stelle des Spektrums stehe. Nur in diesem Falle ist die Möglichkeit zur Erzielung vollkommen scharfer Bilder gegeben[1]) und nur in dieser Aufstellung ist bei möglichst geringer Grösse der Prismen der Helligkeitsverlust durch Reflexion und Absorption am geringsten[2]).

Die Einstellung der einzelnen Prismen in das Minimum der Ablenkung kann mit der Hand geschehen, wie bei dem von Kirchhoff benutzten Apparate, jedoch ist die hierzu nothwendige Arbeit eine äusserst mühsame und zeitraubende und es ist ausserdem fraglich, ob trotz grösster Sorgfalt eine richtige Einstellung aller Theile wirklich vollständig erreicht wird. Deshalb wird jetzt kaum mehr ein Spektralapparat mit einer grösseren Anzahl von Prismen hergestellt, bei welchem nicht die Einstellung der einzelnen Prismen auf das Minimum der Ablenkung für jeden zu beobachtenden Strahl durch mechanische Vorrichtungen, also automatisch, besorgt wird.

O. Littrow[3]) war der erste, welcher eine mechanische Vorrichtung zu diesem Zwecke ersann, jedoch ist dieselbe nicht zur Nachahmung zu empfehlen und hat auch keine Verbreitung gefunden. Dagegen ist die von Browning[4]) gewählte Konstruktion zur Grundlage für fast alle seither angefertigten automatischen Spektroskope benutzt, wenn natürlich auch Abweichungen im Einzelnen vielfach vorkommen. Dieselbe ist in Fig. 1 schematisch dargestellt, in welcher sechs Prismen gezeichnet sind und zwar in je zwei Stellungen, in welchen sie für die beiden Enden des Spektrums (roth und violett) im Minimum der Ablenkung stehen. Die Prismen sind so gezeichnet, dass sie mit den Kanten 1 bis 5 zusammenstossen. Da die benutzten Strahlen jedes Prismas parallel seiner Grundfläche durchlaufen sollen, so müssen die Winkel, unter denen je zwei Grundflächen zu einander stehen, alle gleich sein. In Folge dessen sind die sämmtlichen Grundflächen Tangentialebenen eines Cylinders, oder in der Fig. 1 sämmtliche Grundlinien des Dreiecks Tangenten eines Kreises und die Normalen auf den Mitten der Grundlinien schneiden sich im Mittelpunkte O dieses Kreises.

Ein Strahl von anderer Brechbarkeit erleidet eine andere Ablenkung in den Prismen. Damit auch ein solcher Strahl in jedem Prisma parallel der Basis laufe, muss bereits das erste Prisma um die senkrechte Kante o und die ferneren Prismen ebenfalls entsprechend gedreht werden, so dass die Punkte 1 bis 6 in die Lagen 1′ bis 6′ gelangen. Aber wiederum müssen die Grundlinien der Dreiecke Tangenten eines Kreises sein, dessen Mittelpunkt O' sowie dessen Radius allerdings andere

[1]) Helmholtz, Physiol. Optik. S. 249. Zech, Zeitschr. f. Math. u. Phys. **24.** S. 168. — [2]) Krüss, diese Zeitschr. 1885. S. 181. — [3]) Wiener Berichte 1862. **47.** S. 26. — [4]) *Monthly Notices of the Roy. Astron. Soc. 1870.* **30.** S. 198 und 214.

geworden sind als in dem zuerst betrachteten Falle. Bleibt, wie angenommen wurde, der Punkt o fest, so bewegt sich der Mittelpunkt des Kreises auf der Geraden Oo[1]).

Die mechanische Ausführung ergiebt sich sofort aus der schematischen Fig. 1. Das erste Prisma wird auf der Grundplatte des Apparates so befestigt, dass es sich um eine durch den Punkt o gehende vertikale Axe drehen kann; die einzelnen Prismen werden unter einander so verbunden, dass sie sich in den Kanten 1 bis 5 berühren und sich gleichzeitig gegen einander um vertikale Axen drehen können, welche durch diese Punkte gehen. Sodann verbindet man jedes Prisma fest mit einem Arm, welcher senkrecht auf der Mitte der Grundfläche steht; sämmtliche Arme werden durch einen centralen Stift O miteinander verbunden, jedoch so, dass letzterer in jedem Arme in einem Schlitze geht und endlich ermöglicht man, dass der Centralstift O sich in der Geraden Oo bewegen kann.

Bei einer derartigen Anordnung behalten die einzelnen Prismen stets untereinander die gleiche Neigung und die Verschiebung des ganzen Systems kann nur in ganz bestimmter Weise erfolgen und zwar derart, dass der Bedingung des Minimums der Ablenkung der beobachteten Strahlen genügt wird.

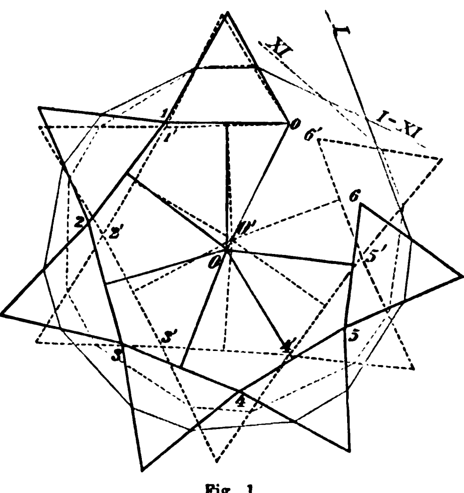


Fig. 1.

In der Fig. 1 ist ferner der Verlauf eines rothen (I) und eines violetten (XI) Strahles durch die Prismenkette gezeichnet und durch die aus dem letzten Prisma austretenden Strahlen die Richtung dargestellt, in welcher sich die optische Axe des Beobachtungsfernrohres bei der Einstellung auf die beiden Enden des Spektrums befinden muss. Der Weg, welchen dieses Fernrohr beim Durchlaufen des ganzen Spektrums zu machen hat, ist ein ziemlich beträchtlicher; nimmt man die Zerstreuung eines Prismas aus gewöhnlichem Flintglase zu 5 Grad an, so beträgt dieser Weg bei sechs Prismen 30 Grad. Dieselbe Bewegung hat also auch das Auge des Beobachters zu machen.

Die Drehung des Fernrohres kann aber nicht in einfacher Weise um einen festen Mittelpunkt erfolgen, da der Mittelpunkt O der Prismenkette beweglich ist. Das Fernrohr muss ausser einer Drehung auch eine Verschiebung sich selbst parallel erfahren, damit derjenige Strahl, welcher sich in der Axe des Kollimatorrohres befand, nach Durchlaufen der Mitten sämmtlicher Prismen in die optische Axe des Beobachtungsfernrohres falle. Die Erfüllung dieser Bedingung ist für die Deutlichkeit des Spektrums wesentlich. Um die richtige Stellung des Fernrohres zu erreichen, setzte Kirchhoff vor die Objektive des Kollimator- und des Beobachtungsrohres Deckel, welche einen schmalen durch die Mitte gehenden vertikalen Spalt enthielten; war die Stellung des Beobachtungsfernrohres sehr fehlerhaft, so war das ganze Gesichtsfeld dunkel, bei passender Verschiebung zeigte sich ein Lichtstreifen, der in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht wurde.

Wie schlecht die Wirkung bei Nichterfüllung dieser Bedingung ist, zeigt die Mittheilung von V. v. Lang[2]), dass er bei einem Apparat mit mehreren Quarz-

[1]) Näheres über die Grösse dieser Bewegung und derjenigen der einzelnen Prismen s. diese Zeitschr. 1885. S. 232. — [2]) Pogg. Ann. 1870. **140.** S. 460.

prismen in den extremen Stellungen ganz unscharfe Bilder erhielt, da nur die einseitigen Randstrahlen zur Wirkung kamen; erst durch Anwendung der Kirchhoff'schen Objektivdeckel zur Justirung der Fernrohrstellung erhielt er gute Bilder.

Die mechanischen Einrichtungen zur automatischen Einstellung der Prismen auf das Minimum der Ablenkung genügen also für sich allein noch nicht zur Erzielung einer möglichst guten Wirkung. Bei Voraussetzung eines feststehenden Kollimators muss auch noch das Beobachtungsfernrohr in bestimmter Weise bewegt werden. Dasselbe pflegt meistens mit der Prismenkette verbunden zu sein, so dass die Einstellung der Prismen durch die Bewegung des Fernrohres erfolgt. Dies kann auf zweierlei Weise stattfinden.

Das Beobachtungsfernrohr kann erstens so mit dem letzten Prisma verbunden werden, dass es stets senkrecht zur Verbindungslinie der Kante 6 mit dem Mittelpunkte *O* (Fig. 1) bleibt. Die Führung des Fernrohres kann entweder durch einen in der Grundplatte befindlichen Schlitz erfolgen oder durch einen um die vertikale Axe 6 drehbaren Arm, welcher, mit einem Schlitz versehen, sich um den Mittelpunkt *O* dreht. Beide Vorrichtungen wurden von Browning in seinem ersten Bericht über das automatische Spektroskop angegeben. Da derartige Apparate, also auch die Fernrohre, meist grössere Dimensionen haben, so scheint mir eine solche Montirung des Fernrohres wenig stabil zu sein. Dieses mag auch der Grund sein, weshalb vielfach eine andere Bewegung des Beobachtungsfernrohres vorgezogen wird, nämlich um die feste Mittelaxe des ganzen Instrumentes. Da aber das Fernrohr für jede Stelle des Spektrums einen anderen Winkel mit dem dasselbe tragenden radialen Arm bilden muss, so ist das Fernrohr ferner um eine auf diesem Träger befestigte vertikale Axe drehbar[1]). Bei der letzten Einrichtung bedarf es einer besonderen Aufmerksamkeit, um wirklich immer eine solche Stellung des Beobachtungsfernrohres zu erreichen, dass ein vollständig centrischer Verlauf der Strahlen erfolgt.

Die kleinen Uebelstände der beiden Konstruktionen, hauptsächlich aber die grosse Bewegung, welche das Auge des Beobachters machen muss, um das Spektrum zu überblicken, lassen von vornherein eine solche Anordnung vortheilhaft erscheinen, bei welcher das Beobachtungsfernrohr vollständig fest steht. Dieses ist bekanntlich der Fall bei den Apparaten, in denen Rückkehr der Strahlen durch die Prismenkette stattfindet, also bei den von Browning, Hilger und mir konstruirten Apparaten[2]). Durch Anbringung eines Reflexionsprismas am Ende der Prismenkette werden die Strahlen genöthigt, auf dem Wege, welchen sie durch die Prismen machten, wieder zurückzukehren, so dass sie aus dem ersten Prisma in derselben Richtung wieder austreten, in welcher sie einfielen.

Ich versuchte nun, ob nicht auch ohne Rückkehr der Strahlen eine feste Aufstellung des Beobachtungsfernrohres möglich sei; dies gelingt durch folgende Ueberlegung.

In Fig. 2 sind die sechs Prismen in derselben Verbindung schematisch dargestellt wie in Fig. 1. Die einzige festbleibende Richtung in dem beweglichen System ist die Verbindung des beweglichen Mittelpunktes *O* mit der Ecke 0 des ersten Prismas. Man muss also die aus den letzten Prismen austretenden Strahlen in diese Richtung zu bringen versuchen. Dies geschieht durch ein Reflexionsprisma *R*, welches so aufgestellt ist, dass die aus dem letzten Prisma kommenden Strahlen stets in die Richtung 6—*O* reflektirt werden. In *O* treffen sie dann auf einen mit

[1]) Vgl. das autom. Spektroskop v. Schmidt & Haensch in Kayser's *Handbuch d. Spektralanalyse. S. 50.* — [2]) Diese Zeitschr. 1885. S. 240.

dem Mittelpunkte O beweglichen Spiegel L. Demselben ist in Folge seiner Verbindung mit dem ganzen Mechanismus immer eine solche Stellung zu geben, dass er die auf ihn fallenden Strahlen in die Richtung OO reflektirt, in welcher Richtung dann das Beobachtungsfernrohr fest aufgestellt werden kann. Die Anordnung dieser Konstruktion ergiebt sich aus der in Fig. 3 gegebenen Ansicht des Instrumentes.

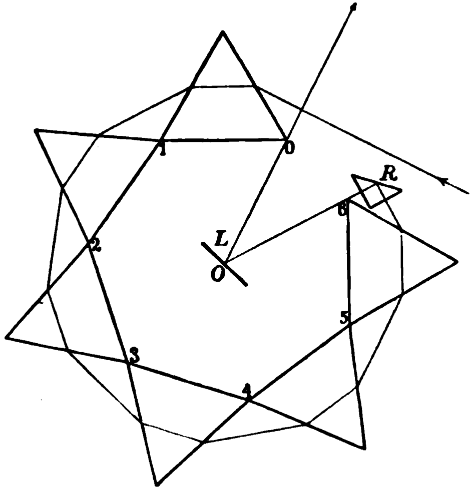


Fig. 2.

Das Licht tritt durch den Spalt S ein und wird durch das Kollimatorrohr C als paralleles Strahlenbündel auf das erste Prisma P_1 geleitet. Die sechs Prismen $P_1 - P_6$ sind in der bereits beschriebenen Weise auf zweierlei Art mit einander verbunden und zwar erstens jedes Prisma mit dem folgenden durch die Axen 1—5, um welche sie gegen einander drehbar sind, während die entsprechende Ecke 0 des ersten Prismas P_1 auf der Grundplatte G drehbar befestigt ist, und zweitens durch senkrecht zu ihren Grundflächen angebrachte Arme, welche durch einen centralen Stift O mit einander verbunden sind, indem in ihnen befindliche radiale Schlitze über den Stift geschoben werden. Dieser Stift selbst ist in einem in der Grundplatte angebrachten Schlitz in der Richtung OO verschiebbar.

Nach Durchlaufen der Prismen $P_1 - P_6$ gelangt das Licht in das Reflexionsprisma R_1; dasselbe befindet sich ebenfalls auf einem radialen Arm, welcher durch Schlitz mit dem Centralstifte O verbunden ist, so dass das Prisma R_1 mit seiner Hypotenusenfläche unter 45 Grad zu der Linie $6 - O$ steht. In Folge dessen wird das Licht an der Hypotenusenfläche von R_1 nach dem Mittelpunkte O reflektirt

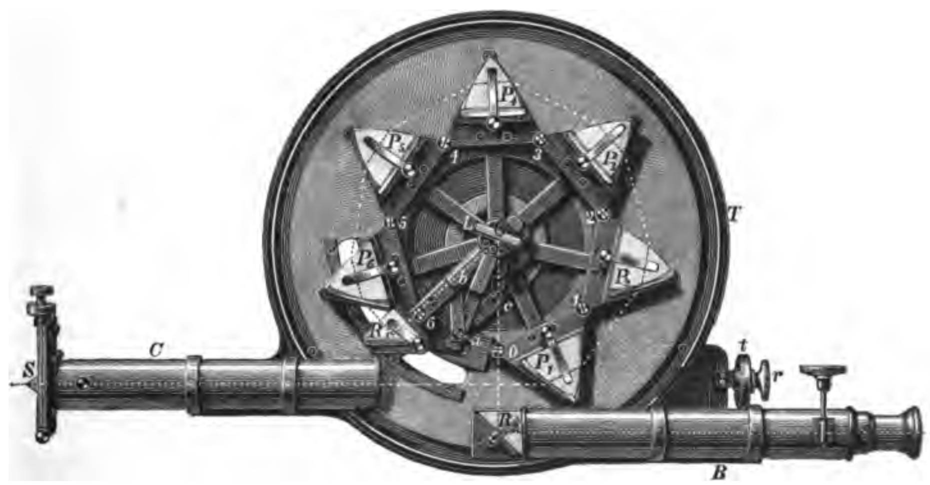


Fig. 3.

und zwar bei jeder Stellung der Prismenkette, da das Reflexionsprisma R_1 in entsprechender Weise an dieser Bewegung theilnimmt.

Auf die Mittelaxe O ist ein ebener Spiegel L aufgesteckt. Derselbe ist auf dieser Axe unter der Einwirkung folgender Vorrichtungen drehbar. Der Arm Oa

[illegible] auf der Ebene des Spiegels L und ist mit ihm fest verbunden. In [illegible] Armes Oa ist die Axe a beweglich und mit letzterer sind die [illegible] Schenkel ab und ac verbunden. Diese Schenkel sind an ihren [illegible] b und c in den Verbindungslinien $O-6$ und $O-0$ drehbar befestigt [illegible], dass ihre Entfernungen bO und cO von dem Mittelpunkte O einander [illegible] und bei Bewegung des Mechanismus dieselben bleiben.

[illegible] dieser Anordnung ist, dass bei Bewegung der ganzen Prismen[illegible] immer in der Halbirungslinie des Winkels $6\,O\,O$ und der Spiegel L [illegible] zu dieser Halbirungslinie bleibt. Bei jeder Stellung der einzelnen mit ein[illegible] Theile des Apparates wird also immer der aus dem Reflexions[illegible], den Spiegel L in O treffende Lichtstrahl durch den Spiegel L [illegible] reflektirt werden. Bei der Stellung der Prismenkette auf das [illegible] für Strahlen der verschiedensten Brechbarkeit werden [illegible] Strahlen die Richtung OO besitzen.

[illegible] werden die Strahlen durch das Reflexionsprisma R_2 nochmals um [illegible] und gelangen dann in das fest aufgestellte Beobachtungsfernrohr B.

[illegible] Spektrum von einem Ende bis zum andern zu durchmustern bleibt [illegible] in fester Lage vor dem Beobachtungsfernrohr B, während die [illegible] bewegt wird. Diese Bewegung geschieht durch Angriff an einen von [illegible] Reflexionsprismas R_1 nach unten gehenden Fortsatz; sie kann grob [illegible] schnell von einem Ende des Spektrums bis zum anderen ge[illegible] Drehen der Schraube r. An einer Theilung T können ganze, [illegible] Hundertel-Umdrehungen dieser Schraube abgelesen werden.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

[illegible] glastechnischen Laboratoriums von Schott & Gen. in Jena.

[illegible], welches die neuen optischen Gläser des glastechnischen La[illegible], deren erstes Verzeichniss im Juli 1886 mitgetheilt worden [illegible] S. 188), erregt haben, und der hieraus hervorgegangene rege [illegible] des In- und Auslandes haben das Jenaer Laboratorium zu [illegible] der Reihe der bisher von ihm gefertigten Glassorten geführt. [illegible] sollen vorzugsweise der photographischen Praxis zu Gute [illegible] Leichtflint-Gläser vor, welche vor dem gewöhnlichen [illegible] Verhältniss zum Brechungsindex erheblich verminderte Dis[illegible] Gläsern ist das Ziel verfolgt worden, die für die [illegible] Konstruktionen zwischen Positiv- und Negativ-Linsen nöthigen [illegible] Dispersion mit Glaspaaren von erheblich niedrigerer Dispersion [illegible] Anwendung von *Schwerflint*, *Leichtflint* oder stark zerstreuendem [illegible] dieses Objektiv-Typus genügte. Die geringe relative [illegible], dieselben mit einem so mässigen Gehalt an Blei[illegible] gelbliche Färbung fast gar nicht oder nur in sehr ver[illegible] auch die meisten Crowngläser durch Veränderung [illegible] Farblosigkeit hergestellt werden können, so ist [illegible] in fast vollkommener [illegible] mit einer Durchlässigkeit für die chemisch [illegible] Instrumente aus diesen Gläsern zu versehen, wie sie bis jetzt nicht möglich war. Es ist mit Sicher[illegible], dass die niedrigeren Werthe der Dispersion der neuen Gläser wesentliche [illegible] in der Beschaffenheit des photographischen Bildes mit sich bringen werden.

so dass bei geeigneter Auswahl der Glasarten und Einhaltung der richtigen Krümmungsverhältnisse die Bilder ebener und gleichmässig schärfer werden.

Wir theilen in der nachfolgenden Tabelle die Konstanten der neuen Glasarten mit. Gläser von wesentlich neuer Zusammensetzung sind durch Kursiv-Druck hervorgehoben. Die unter den Werthen der partiellen Dispersion stehenden kleinen Zahlen ergeben sich, wenn die betreffende partielle Dispersion durch den Betrag der mittleren Dispersion für das Intervall *CF* dividirt wird.

Fabrikations-No.	Benennung.	Brechungsindex für *D*.	Mittlere Dispers. *C* bis *F*.	Relative Dispers.	Partielle Dispersion.			Spec. Gewicht.	Bemerkungen.
					A' bis *D*	*D* bis *F*	*F* bis *G'*		
0. 599	*Borosilicat-Crown* . .	1,5069	0,00813	62,3	0,00529 0,651	0,00569 0,701	0,00457 0,562	2,48	
0. 337	Silicat-Crown . . .	1,5144	0,00847	60,7	0,00547 0,645	0,00596 0,703	0,00480 0,567	2,60	
0. 374	Silicat-Crown . . .	1,5109	0,00844	60,5	0,00547 0,648	0,00593 0,703	0,00479 0,568	2,48	
0. 546	Zink-Crown	1,5170	0,00859	60,2	0,00555 0,646	0,00605 0,704	0,00485 0,565	2,59	Fast absolut farblos. Optische Eigenschaften wie engl. *Hard-Crown.*
0. 567	Silicat-Crown . . .	1,5134	0,00859	59,7	0,00554 0,645	0,00605 0,704	0,00488 0,569	2,51	
0. 610	Crown m. niedrigem n_D	1,5063	0,00858	59,0	0,00552 0,643	0,00602 0,702	0,00489 0,570	2,51	Fast absolut farbl.
0. 598	*Silicat-Crown*	1,5152	0,00879	58,6	0,00562 0,640	0,00619 0,704	0,00499 0,568	2,59	" " "
0. 512	*Silicat-Crown*	1,5195	0,00886	58,6	0,00568 0,641	0,00625 0,705	0,00504 0,568	2,64	" " "
0. 463	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5646	0,01020	55,4	0,00648 0,635	0,00720 0,706	0,00586 0,575	3,11	" " "
0. 608	*Crown mit hoher Dispers.*	1,5149	0,00943	54,6	0,00595 0,631	0,00666 0,706	0,00543 0,576	2,60	
0. 602	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5676	0,01072	53,0	0,00675 0,630	0,00759 0,708	0,00618 0,576	3,12	
0. 381	*Crown mit hoher Dispers.*	1,5262	0,01026	51,3	0,00644 0,629	0,00727 0,709	0,00596 0,582	2,70	
0. 583	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5688	0,01110	51,2	0,00696 0,627	0,00786 0,708	0,00644 0,580	3,16	
0. 543	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5637	0,01115	50,6	0,00699 0,627	0,00790 0,708	0,00650 0,583	3,11	
0. 527	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5718	0,01133	50,4	0,00706 0,623	0,00803 0,709	0,00660 0,582	3,19	
0. 575	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5682	0,01151	49,3	0,00718 0,623	0,00817 0,710	0,00672 0,584	3,15	
0. 522	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5554	0,01153	48,2	0,00718 0,623	0,00819 0,710	0,00677 0,587	3,03	
0. 578	*Baryt-Leichtflint* . . .	1,5825	0,01255	46,4	0,00777 0,619	0,00891 0,710	0,00739 0,589	3,29	
0. 376	Gewöhnl. Leichtflint .	1,5660	0,01319	42,9	0,00814 0,617	0,00939 0,712	0,00787 0,596	3,12	
0. 340	Gewöhnl. Leichtflint .	1,5774	0,01396	41,4	0,00857 0,614	0,00994 0,713	0,00837 0,600	3,21	
0. 569	Gewöhnl. Leichtflint .	1,5738	0,01385	41,4	0,00853 0,615	0,00987 0,713	0,00831 0,600	3,22	Genau übereinst. mit *Light Flint* von Chance Broth.
0. 318	Gewöhnl. Leichtflint .	1,6031	0,01575	38,3	0,00960 0,609	0,01124 0,714	0,00952 0,605	3,48	
0. 266	Gewöhnl Silicat-Flint	1,6287	0,01775	35,4	0,01072 0,604	0,01270 0,716	0,01086 0,612	3,72	
0. 335	Schweres Silicat-Flint	1,6372	0,01831	34,8	0,01099 0,600	0,01308 0,714	0,01124 0,614	3,77	

Die wissenschaftlichen Instrumente auf der Internationalen Ausstellung zu Brüssel.

(Schluss.)

Das Gebiet der Mikroskopie war nur spärlich vertreten. Otto Himmler in Berlin hatte eine Anzahl seiner selbstgefertigten Objektive und Okulare ausgestellt. Zwei Photogramme von *Amphipleura pelucida*, mit Oel-Immersion (1,25 num. Apertur und 1,8 *mm* Aequivalentbrennweite) hergestellt, zeigten ein durchaus bestimmtes und klares Bild und sprachen für die Güte der Linsen. Ausserdem hatte dieselbe Firma eine Anzahl ihrer Mikroskope ausgestellt, von denen ein mit allen neueren Einrichtungen versehenes grosses Bakterien-Mikroskop besonders erwähnt sei. Dasselbe, umlegbar und um die optische Axe drehbar, ist mit zwei Abbe'schen Beleuchtungsapparaten (für 1,20 und 1,40 num. Apertur) versehen, welche mittels neuer eigenartiger Einrichtung bequem ein- und ausgeschaltet werden können, ferner mit Irisblende, sowie, zum Wechseln der Objektive als Ersatz für Revolver, mit einer neuen Objektivzange, die eine genau centrische Stellung der Objektive vermittelt. — R. Jung in Heidelberg hatte eine Anzahl seiner Mikrotome mit Zubehör ausgestellt; bei denselben sind die Schlitten so konstruirt, dass sie mit fünf Punkten auf der Schlittenbahn aufliegen; die Mikrometerschraube ist mit verstellbarer Einschnappvorrichtung, welche einen hörbaren Ton giebt, versehen, eine Einrichtung, welche das Auge des Schneidenden entlastet; die geringste erreichbare Dicke schwankt je nach der Grösse des zu schneidenden Objekts und der Flächenausdehnung der Schnitte zwischen 5 μ bis 50 μ. Bemerkenswerth waren auch die Wasserbäder und Gefriereinrichtungen für Mikrotome. Von demselben Verfertiger lagen auch Modelle und Apparate für Unterrichtszwecke aus, Becker's Linsenmodelle, Darstellungen der Linsen von Thieren, Demonstrationsapparate zur Farbenlehre u. A. m.

Nautische Instrumente wurden durch Aug. Oertling in Berlin ausgestellt; von ihm rührte ein sehr leichter Sextant mit Neumayer'schem Stativ zur Untersuchung der Instrumentalfehler her; der Körper des Sextanten ist aus Rothguss, alle übrigen Theile aus Aluminium, wodurch das Gewicht des Instrumentes auf 1 *kg* reducirt wird. — Von G. Hechelmann in Hamburg lag ausser einem Sextanten gewöhnlicher Konstruktion ein Azimuth-Kompass mit neuer Rose und Theilung am inneren Rande des Kompassgehäuses aus; bei demselben sind acht kurze Magnetnadeln tief unter dem Rande der Rose angebracht, wodurch neben einem grossen magnetischen Moment noch ein grösseres Trägheitsmoment erzielt wird, als dies bei den mehr in der Mitte liegenden Nadeln der Fall ist. Ferner hatte Hechelmann eine Peilscheibe für Nachtbeobachtungen ausgestellt; dieselbe, in kardanischer Aufhängung, hat drehbaren Theilkreis und drehbare Diopter. Endlich lag der von demselben Verfertiger nach Neumayer's Angaben konstruirte magnetische Reisetheodolit aus, eine Modifikation des Lamont'schen Apparates, zur Vornahme aller erdmagnetischen Untersuchungen dienend.

Präcisionswaagen für wissenschaftliche Zwecke waren nur in geringer Anzahl vorgeführt. O. Richter in Dresden, Nachfolger von H. Schickert, zeigte eine Auswahl seiner Waagen und Gewichte für wissenschaftliche und technische Zwecke. Neben einer grossen Waage von 5 *kg* Belastung und 0,01 *g* Empfindlichkeit und einer Sammlung von Analysenwaagen, sei eine kleine Waage für feine metallurgische Untersuchungen erwähnt, von 5 *g* Belastung und 0,01 *mg* Empfindlichkeit; die Reiter haben ein Gewicht von 1 *mg*, der Balken ist in 10 Theile getheilt; 0,5 *mm* Ausschlag der Zunge entsprechen hier 0,01 *mg*. Eine Anzahl von Gewichtssätzen aus vergoldetem Messing, die Bruchtheile des Gramm aus Platin oder Aluminium, lagen gleichfalls aus, ebenso einige Sätze aus Bergkrystall, welche als Normalgewichte von den Verfertigern empfohlen werden. (Vgl. hierüber *diese Zeitschr., 1882, S. 310.*) Dieselbe Firma war durch ihre Apparate zur Prüfung des Widerstandes von Baumaterialien (besonders Cement) vertreten; wir erwähnen einen von dem Verfertiger konstruktiv verbesserten Hebelapparat zur Ermittlung der Zugfestigkeit; der Probekörper (Cement) wird in die Maschine eingeführt und mittels eines Hebelwerkes mit 50facher Vergrösserung zerrissen; die hierzu erforderliche Kraft bestimmt den Zugwiderstand bezw. die Güte des Bindemittels. — Th. Herzberg in Hamburg, P. Bunge's Nachfolger, hat

mancherlei Einzelheiten der von seinem Vorgänger angefertigten Konstruktionen wissenschaftlicher Waagen einer Umgestaltung unterworfen. Sämmtliche schwingenden Theile sind aus Argentan. Der Balken, von nur 45 *g* Eigengewicht, hat die Form eines hochabgesteiften, rechtwinkligen Dreieckes. Abweichend von der früheren Anordnung stützt sich der Balken jetzt nur in seiner Mitte vor und hinter der Mittelaxe auf die Arretirung auf. Es waren drei grössere Waagen ausgestellt, zwei Analysenwaagen von 200 bezw. 500 *g* Höchstbelastung, von denen die eine mit Vorrichtung zum mechanischen Auflegen und Abheben der Gewichte versehen ist, und eine grössere physikalische Waage für 2 *kg* Belastung; die Schalen dieser letzteren Waage sind behufs Beseitigung des Einflusses der Luftströmungen aus einem System von neun Kreuzen gebildet; die Ablesung des Ausschlages geschieht mittels Spiegel, Prisma und Fernrohr.

Die spärliche Vertretung der meteorologischen Instrumente konnte auch nicht im Entferntesten ein Bild von dem geben, was die deutsche Mechanik auf diesem Gebiete leisten kann. — G. Rosenmüller in Dresden war mit einer Sammlung von kleineren Anemometern zur Messung der Windgeschwindigkeit auf Reisen, in Gebäuden (Ventilation), in Kanälen u. s. w. vertreten. Es sind dies theils die bekannten vortrefflichen Apparate von R. Fuess in Berlin, theils neuere Konstruktionstypen, die von Rosenmüller in Gemeinschaft mit Fuess angegeben sind, unseren Lesern aber bereits bekannt sein dürften. (Vgl. *Loewenherz, Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung. Berlin 1880.*) — R. Voss in Berlin zeigte ausser dem Mithoff'schen Hygrometer und Aneroiden eine Anzahl von Modellen für Unterrichtszwecke, sowie verschiedene Formen und Grössen seiner Influenzmaschine. — Ephr. Greiner in Stützerbach hatte eine sehr reichhaltige Auswahl seiner chemischen Apparate, ferner Thermometer, Hypsometer und Barometer vorgeführt, unter letzteren auch sein Diagonalbarometer und die Präcisions-Wetterwaage (vergl. hierüber *diese Zeitschr. 1888, S. 253*). — Die von Wilh. Lambrecht in Göttingen im Garten der Ausstellung aufgestellte Wettersäule enthielt neben einem Six'schen Thermographen, einem Normalthermometer und einem grossen Aneroid einen sogenannten Wettertelegraphen und ein sogenanntes Polymeter, welche beide Instrumente zur Wetterprognose dienen sollen.

Apparate für medicinische Zwecke wurden gleichfalls in geringer Anzahl vorgeführt. — Von R. Galle in Berlin lag neben bekannteren elektro-medicinischen Apparaten für konstanten und inducirten Strom, Instrumenten und Batterien für Galvanokaustik, eine von ihm nach Angaben von Dr. Glauert in Berlin konstruirte, sehr handliche Batterie für konstanten Strom aus. Es ist eine Zink-Kohlen-Chromsäure-Batterie; die Hebung und Fixirung der Säurebehälter geschieht von aussen in leichter und bequemer Weise; als Stromwähler zum Einschalten der Elemente dient ein System von zwei über einander laufenden Kurbeln; innerhalb der jeweiligen Elementenzahl der Batterie lassen sich die erforderlichen Elemente schnell einschalten, auch kann der Anfangspol der Batterie beliebig verändert werden, so dass man nicht immer vom ersten Elemente auszugehen braucht. Noch eine andere, nach Angaben von Dr. G. Killian in Freiburg i. Br. konstruirte Tauchbatterie desselben Verfertigers soll hier nicht unerwähnt bleiben. Dieselbe besteht aus vier (zu zwei und zwei parallel geschalteten) Elementen derselben Art wie die vorigen; die Elemente lassen sich mittels einer Trittvorrichtung beliebig tief in die Flüssigkeit senken und heben sich beim Nachlassen des Druckes selbstthätig aus der Lösung aus; erforderlichen Falls können die Elementplatten auch in beliebiger Höhe mittels einer Arretirvorrichtung festgehalten werden. — Auf elektromedicinischem Gebiete waren auch Reiniger, Gebbert und Schall in Erlangen mit ihren bekannten Batterien für galvanokaustische Zwecke, elektrischen Beleuchtungsapparaten (kleinen Glühlämpchen) für medicinische Apparate, Messinstrumenten, u. A. m. vertreten. — Von Sydow in Berlin lagen medicinische Apparate aus, Laryngoskope, Augenspiegel nebst Hilfsapparaten.

Fr. Lux in Ludwigshafen a. Rh. hatte in einer grösseren Sammlung seiner Gaswaagen seine Bestrebungen vorgeführt, die Bestimmung des specifischen Gewichts sowie die Analyse von Gasen, hauptsächlich des Leuchtgases, zu einer leicht und rasch vorzunehmenden

zu gestalten und der Gasindustrie sowie dem Chemiker ein Mittel an die Hand zu geben, diese Elemente ohne jede Manipulation direkt abzulesen. Diese Bestrebungen hatten zunächst zur Konstruktion des Baräometers geführt, eines Apparates, der, auf dem Aräometer-Principe beruhend, zwar gut funktionirt haben soll, aber doch für den praktischen Gebrauch nicht recht geeignet war, da seine Theile fast ausschliesslich aus Glas bestanden und er ausserdem der Anwendung einer Hilfsflüssigkeit bedurfte, deren wechselnde Temperatur Einfluss auf die Messungen hatte. Lux benutzt daher neuerdings (vgl. auch *diese Zeitschr. 1886, S. 255*) für die angegebenen Zwecke das Princip der einfachen Waage und hat eine Reihe von Gaswaagen konstruirt, deren hauptsächlichste Typen in der Ausstellung vertreten waren. Dieselben bestehen in ihren einfachsten und ältesten Formen aus Schnellwaagen, deren Waagebalken auf Stahlspitzen in Achat- oder Stahlpfannen gelagert sind; der eine Arm des Waagebalkens trägt eine zur Aufnahme des Gases dienende Kugel, während sich an der anderen Seite der mit Gegengewicht versehene Zeiger befindet, der vor einer von 0,00 bis 1,00 (das specifische Gewicht der Luft als Einheit genommen) getheilten Skale spielt; das zu wägende Gas wird durch den Druck des nachfolgenden Gasstromes mittels Zu- und Abflussrohr stetig in die Kugel hinein und gleich darauf wieder hinausgeführt; in den beiden ältesten, zur Bestimmung des specifischen Gewichtes des Leuchtgases dienenden Formen wird das Gas entweder (zum Photometer u. s. w.) fortgeführt oder durch ein vertikales Brennerrohr abgeleitet und direkt verbrannt. Die neueren Formen der Gaswaagen zeigen manche Verbesserungen; zunächst sind die Glaskugeln des Gasbehälters durch Messingkugeln ersetzt, an geeigneten Stellen zur Bestimmung der Temperatur und des Druckes der Gase Thermometer und Manometer angebracht und das Ganze von einem mittels Stellfüssen und Dosenlibelle zu horizontirenden Gehäuse umschlossen. Für genauere Bestimmungen ist ferner die Waage nicht auf Spitzen, sondern mit Stahlschneiden auf Achatpfannen gelagert und mit einer Arretirvorrichtung versehen; ausserdem ist die Wägung mittels Zeiger und Gradbogen verlassen, und es wird ein Waagebalken mit Theilung und verschiebbarem Reitergewicht benutzt; die auf dem Balken befindliche Theilung giebt die ersten beiden Decimalstellen, während ein vertikaler Zeiger an einem unten angebrachten Gradbogen die dritte Stelle angiebt; in dieser Form soll die Waage das specifische Gewicht eines Gases bis auf 0,001 bestimmen, auf 0,0005 schätzen lassen. Für die Zwecke der Leuchtgasanalyse dienen noch besondere Konstruktionen. Um z. B. einzelne Bestandtheile im Leuchtgase, wie Kohlensäure oder Schwefelwasserstoff, zu bestimmen, wird eine Form benutzt, deren Waagebalken auf jeder Seite ein Aufnahmegefäss trägt, aber dieselbe Wägungseinrichtung wie oben beschrieben zeigt. Das zu untersuchende Gas durchströmt zuerst die eine Kugel, sodann ein Absorptionsgefäss, in welchem z. B. die Kohlensäure zurückgehalten wird, und hierauf die zweite Kugel; die durch die Entfernung des einen Bestandtheiles eintretende Veränderung im specifischen Gewicht des Gasgemenges giebt das Maass für die Menge des entfernten Bestandtheiles. Eine andere Form der Gaswaage gestattet die automatische Aufzeichnung des specifischen Gewichts von durchströmenden Gasen; der höhere oder tiefere Stand des mit feiner Bohrung versehenen Waagebalkens wird durch einen Lichtstrahl auf einem Streifen lichtempfindlichen Papiers aufgezeichnet, das mittels Uhrwerks in einem dunklen Gehäuse bewegt und langsam an einem Spalt vorübergezogen wird. Die reichhaltige Ausstellung von Gaswaagen wurde durch die nothwendigen Nebenapparate, Gasfilter u. s. w. vervollständigt.

Kurze Erwähnung möge auch die von A. Burkhardt in Glashütte i. S. ausgestellte Rechenmaschine nach Thomas'schem System finden, eine vielfach vervollkommnete Maschine, deren neueste Verbesserung sich auf die Zehner-Uebertragung bezieht.

Zum Schluss möge noch der den Zielen dieser Zeitschrift allerdings ferner liegenden Fabrikation eines chirurgischen Hilfsmittels mit einigen Worten gedacht werden. Die Firma F. Ad. Müller Söhne in Wiesbaden hatte künstliche Menschenaugen vorgeführt; dieselben sind nach einer Erfindung des Begründers der Firma unter Benutzung des Kryolith aus einem neuen, sehr geschmeidigen, jedes Farbenspiel zulassenden und säurebeständigen Material

gefertigt; neuerdings ist es gelungen, denselben eine lang gesuchte Vervollkommnung in der Nachbildung der Iris zu geben. Das Gewicht eines Auges beträgt nicht über 2,5 *g*. — Auch Hilmar Bock in Oberweissbach in Thüringen zeigte (ausser ärztlichen Thermometern) eine Sammlung künstlicher Menschenaugen in allen Nüancen.

Nachtrag.

Wir wollen zum Schluss noch kurz die wenigen Instrumente und Apparate besprechen, die in den Abtheilungen der anderen Länder ausgestellt waren.

Die Ausstellung Belgiens selbst konnte nichts Bemerkenswerthes auf dem Gebiete der Präcisionsmechanik bieten, da hervorragende schaffende Mechaniker und Optiker in Belgien nicht vorhanden sind. Interessant war die Ausstellung der Brüsseler Sternwarte, die einen Theil ihrer Instrumente vorgeführt hatte, einen Refraktor mit einigen von dem verstorbenen Astronomen Houzeau angegebenen konstruktiven Einzelheiten, einen Chronographen mit eigenthümlicher Art der Registrirung, sowie ein von dem Mechaniker der Sternwarte Walravens konstruirtes Anemometer; wir hoffen hierauf später noch näher eingehen zu können. Der Refraktor war mit Montigny's Scintillometer versehen. Der Apparat ist bereits 1864 konstruirt und in den *Mém. de l'Acad. royale de Belgique Tome 28*, in *Ciel et Terre 1884, S. 208*, eingehend, sowie in *Exner's Repertorium der Physik 23. S. 426* kurz beschrieben; er dürfte jedoch nicht allgemein bekannt sein, so dass eine kurze Beschreibung für manchen Leser von Interesse sein dürfte. Eine kreisrunde Glasscheibe von 47 *mm* Durchmesser und 6,4 *mm* Dicke ist sehr nahe vor dem Okular um eine zur Fernrohraxe parallel und von ihr 18 *mm* entfernt liegende Axe drehbar und gegen dieselbe um 17 Grad geneigt angebracht. Die Bewegung der Kreisscheibe wird durch ein kleines Uhrwerk vermittelt, die Anzahl der Umdrehungen an einer getheilten Scheibe abgelesen. Bei genügend rascher Rotation der Scheibe erscheint das Bild eines Sternes in einer Kreislinie, die eine Anzahl von Bogen verschiedener Farbe zeigt. Aus der Umdrehungsgeschwindigkeit der Scheibe nun, in Verbindung mit der Anzahl der verschiedenfarbigen Bogen, die mittels eines besonderen, aus einem vertikalen und zwei zu einander geneigten Fäden bestehenden Mikrometers gemessen wird, kann die Anzahl der Farbenwechsel in der Sekunde ermittelt werden. Die grössere oder geringere Zahl der Farbenwechsel sieht Montigny als Maass für die Intensität der Scintillation an, eine Ansicht, die nicht allgemeine Anerkennung gefunden (vgl. *Exner, Repert. d. Phys.* a. a. O.) und daher Veranlassung gegeben hat, das Princip dieses Scintillometers zu bemängeln. Montigny hat viele Jahre mit diesem Apparate regelmässige systematische Untersuchungen über das Funkeln der Sterne angestellt und dadurch die Theorie der Scintillation wesentlich gefördert.

In der österreichischen Abtheilung hatte nur J. Nemetz aus Wien zwei Analysenwaagen für 500 bezw. 250 *g* Belastung, mit Empfindlichkeit von 0,1 *mg* ausgestellt. Eine grosse Vacuumwaage desselben Verfertigers, nach Angaben von Prof. von Kruspér ausgeführt, befand sich in der ungarischen Gruppe; dieselbe wird im nächsten Hefte dieser Zeitschrift eingehend beschrieben werden. In derselben Abtheilung zeigte noch Ritter von Peichl seinen Kompass mit Universalkompensation. (Vgl. über denselben *diese Zeitschr. 1886, S. 244.*)

Die so hoch entwickelte Präcisionsmechanik Frankreichs hatte gleichfalls nur wenige Vertreter entsendet. Richard frères in Paris zeigten eine Sammlung ihrer kompendiösen meteorologischen Registrirapparate, die unseren Lesern aus mehreren Besprechungen (*1884, S. 62; 1885, S. 359; 1886, S. 419; 1887, S. 443; 1888, S. 211*) bereits bekannt sind. — Ch. Echassoux in Paris hatte eine Anzahl geodätischer Messwerkzeuge ausgestellt; ausser einigen Theodoliten, die in ihrer Konstruktion nichts Bemerkenswerthes boten, war ein Instrument zur raschen Terrainaufnahme vertreten; dasselbe, mit horizontalem Theilkreis und Bussole versehen, hat im Allgemeinen die Konstruktion eines Nivellirinstrumentes und kann auch als solches gebraucht werden; abweichend von den gewöhnlichen Instrumenten dieser Art kann aber das Fernrohr um ein an dem einen Lager angebrachtes Scharnier mit

Hilfe einer an dem anderen Fernrohrlager vertikal wirkenden Mikrometerschraube gehoben und gesenkt werden; aus dem Betrage der Neigung des Fernrohrs wird in Verbindung mit den Ablesungen an der entfernten Latte der Höhenunterschied und die Entfernung ermittelt; das Instrument, nach Angaben von Laterrade konstruirt, soll in Frankreich vielfach angewendet werden. Dieselbe Firma verfertigt auch die bei der Ausführung der französischen Präcisionsnivellements benutzten Nivellirlatten, über welche wir unseren Lesern bereits *(1887, S. 363)* nach den *Verhandlungen der achten allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung* berichtet haben; dieselben tragen zur unabhängigen Ermittelung von gröberen Beobachtungsfehlern, Ablesungsfehlern, sowie zur Kontrole des Beobachters eine doppelte Theilung, eine gewöhnliche, sowie eine zweite, in einem beliebigen Verhältnisse, z. B. im Verhältnisse von 10 : 11, aufgetragene Theilung. — A. Berthélemy in Paris hatte, neben kleineren geodätischen Apparaten für Messungen geringerer Genauigkeit, Neigungsmessern, Bussolen u. s. w., Nivellirinstrumente vorgeführt, darunter das von Klein konstruirte, bei welchem das Bild der Libellenblase durch Prismen in das Auge des am Okular stehenden Beobachters geführt wird (vgl. über dieses Instrument *diese Zeitschr. 1886, S. 174*); ferner hatte dieselbe Firma Theodolite bekannter Konstruktion, sowie Tachymeter ausgestellt, bei welchen letzteren die Theilung der Vertikalkreise an der Peripherie angebracht ist, so dass der Beobachter, um den Kreis abzulesen, seine Stellung am Okular nicht zu verlassen braucht; ein gleichfalls von Berthélemy nach Angaben von Sanget konstruirtes Diastimometer benutzt als Princip der Entfernungsmessung ein Prisma bekannter Ablenkung, das beliebig vor das Objektiv geschoben oder von ihm entfernt werden kann; aus der Differenz der Ablesungen an der Latte mit und ohne Einschaltung des Prismas wird die Entfernung ermittelt.

Wir sind am Ende unseres Berichts über die wissenschaftlichen Instrumente in der internationalen Ausstellung zu Brüssel. Leider musste das Bild, das wir geben konnten, weil das Gebiet der Mechanik und Optik nur mangelhaft vertreten war, ein lückenhaftes bleiben. Hoffentlich bietet eine spätere Ausstellung Gelegenheit, einen vollständigeren Überblick über den jetzigen Stand der Präcisionstechnik zu gewinnen; bei der zur Zeit herrschenden, immer allgemeiner werdenden Abneigung gegen Ausstellungen ist freilich in der nächsten Zeit wenig Aussicht zur Verwirklichung dieser Hoffnung. *W.*

Referate.

Kompensations-Kompass.

Von E. Bisson. *Comptes Rendus.* **107.** *S. 16.*

Ordnet man in einem Schiffskompass zwei Magnetnadeln in derselben Vertikalebene und in genügender Entfernung über einander an, so werden ihre Enden unter dem kombinirten Einfluss des Erd- und des Schiffsmagnetismus nach verschiedenen Richtungen zeigen, ausgenommen den Fall, dass der Anziehungsmittelpunkt der störenden Masse sich in gleicher Entfernung von den Nadelenden befindet. Schaltet man zwischen den beiden Nadeln einen horizontalen Magnetstab ein, dessen Intensität der Horizontalkomponente des Erdmagnetismus gleich ist, so werden die Nadeln in zwei Fällen die gleiche Richtung einnehmen, und zwar, wenn sich der Stab in der Ebene des magnetischen Meridians, mit seinem Nordpol gegen Süden gerichtet befindet, oder wenn der Winkel, welchen der Stab mit der durch die Nadel und durch den Anziehungsmittelpunkt gelegten Ebene bildet, gleich dem Winkel ist, den letztere mit dem magnetischen Meridian einschliesst. Die Bestimmung der Entfernung, welche der Magnetstab von den Nadeln haben muss, damit seine Einwirkung die Horizontalkomponente des Erdmagnetismus neutralisirt, muss empirisch ausgeführt werden. Eine Kraftskale, ähnlich wie bei den Instrumenten von Thomson und Peichl, kann dazu dienen, um die Lage des Kompensators bei Breitenänderungen zu rektificiren.

Für den praktischen Gebrauch hat E. Bisson das obige Princip in folgender Weise verwerthet. Es lässt sich zunächst nachweisen, dass für jede Entfernung des Kompensators

immer zwei korrespondirende Azimuthallagen desselben existiren, für welche die Nadeln eine gleiche Richtung einnehmen, und zwar sind dies laut Rechnung und Beobachtung diejenigen, für welche die Nadeln die Richtung des magnetischen Meridians annehmen. Die Nadeln sind nun derart auf dem Schiffe angebracht, dass sie mindestens 3 *m* von jeder grösseren Eisenmasse entfernt liegen; sie sind dann demselben Störungseinflusse unterworfen, beeinflussen sich aber gegenseitig und zeigen immer noch verschiedene Ablenkungen. Dreht man den Kompensatorstab jetzt so weit, bis die Nadeln gleiche Richtungen annehmen, so zeigen sie in diesem Augenblicke die genaue Richtung des Meridians. Ist letzterer bekannt, so giebt der Steuerstrich den magnetischen Kurs des Schiffes an. Der Kompensator besteht aus zwei Lamellen, die auf einer drehbaren Alhidade, ähnlich wie bei der Deviationsalhidade von Fournier, befestigt sind.

Das Princip des Instrumentes ist von Bisson bereits 1882 mitgetheilt. (Vgl. *diese Zeitschr. 1883, S. 426.*) Seit dieser Zeit sind nach diesem Principe gebaute Kompasse auf französischen Panzerschiffen in Gebrauch gewesen und haben sich bewährt. Wir wollten daher nicht verfehlen, noch einmal auf das Instrument hinzuweisen. *E. Gelcich.*

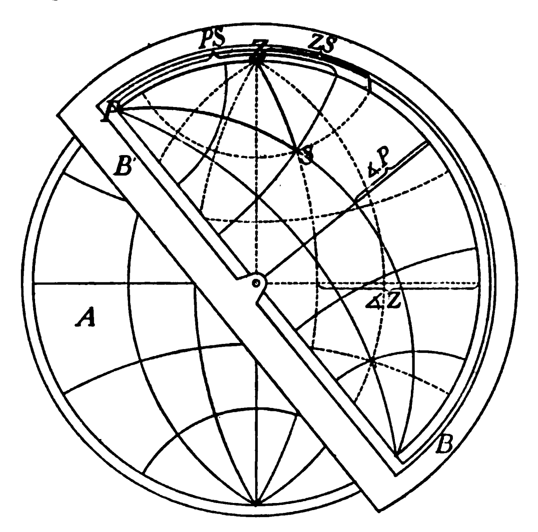
Das Trigonometer.

Von Dr. C. Braun, S. J., *Ber. v. d. Erzb. Haynald'schen Observatorium zu Kalocsa in Ungarn.*

Das Trigonometer ist ein Instrument, mittels dessen jedes sphärische Dreieck aus drei beliebigen gegebenen Stücken leicht und schnell aufgelöst werden kann.

Das Instrument besteht im Wesentlichen aus zwei engmaschigen stereographischen Projektionen von gleichem Halbmesser (22,5 *cm*). Die eine derselben (A) ist eine Vollkreiszeichnung auf Papier, welches, auf ein gut ebenes Stück Zinkblech geleimt, auf einem Reissbrett befestigt ist; die zweite (B) füllt nur einen Halbkreis, ist in rother Farbe auf Pausleinen oder Pauspergament gedruckt und in einem transporteur-ähnlichen Rahmen B' eingespannt. B ist auf A concentrisch drehbar; die Grösse der Drehung kann am Rande abgelesen werden.

Wenn nun B gegen A um den Winkel σ gedreht wird, so erscheint jeder Punkt (S) der Zeichnung gleichzeitig in zwei Systemen von Polarkoordinaten ausgedrückt, und bildet mit dem Pol Z von A und Pol P von B ein sphärisches Dreieck, von welchem 5 Stücke (3 Seiten und 2 Winkel) aus den Zeichnungen abgelesen werden können, nämlich die Seiten am Rand und die Winkel an dem Aequator der betreffenden Zeichnung. Aus drei beliebigen dieser Stücke kann aber das Dreieck eingestellt werden, indem man der Zeichnung B die erforderliche Drehung giebt und den dritten Punkt S durch ein aufgelegtes Zeichen markirt. Die beiden anderen Stücke können dann durch einfaches Ablesen aus den Zeichnungen erhalten werden.



Die Ablesungen erstrecken sich sämmtlich von 0 bis 180° (bei dem Winkel am Pol P direkt von 0 bis 90°; durch Umdrehen des Rahmens um 180° aber erhält man auch noch die Winkel von 90 bis 180°). Deshalb kann jedes Dreieck direkt eingestellt werden, ohne dass ein Hilfsdreieck benutzt werden müsste. Nur in dem einen Fall, wenn drei Winkel gegeben sind, muss man direkt das Polardreieck auflösen, dessen Seiten und Winkel Supplemente sind zu den Winkeln und Seiten des aufzulösenden Dreieckes.

Der Apparat ist im Princip streng genau. In der Praxis ist aber die Genauigkeit abhängig von der Präcision der Zeichnung und der Geübtheit im Ablesen. Die vorlie-

genden Zeichnungen wurden im militär-geographischen Institut in Wien in vorzüglicher Weise hergestellt und bei mässiger Sorgfalt sind die erhaltenen Resultate im Mittel bis auf 5' genau.

Das Instrument ist besonders von grossem Vortheil, wenn es sich um Massenrechnungen handelt, bei welchen eine mässige Genauigkeit hinreicht, z. B. bei Bestimmung der heliographischen Positionen von Sonnenflecken, oder bei Reduktion der Positionen beobachteter Sternschnuppen u. s. w. Es ist dabei besonders bequem, dass beide gesuchte Stücke bei derselben Einstellung des Dreieckes abgelesen werden, während bei der Berechnung für jedes der beiden Stücke eine besondere Rechnung durchgeführt werden muss. Dadurch ist es möglich, dass bei einiger Uebung in 10 Minuten gegen 20 Dreiecke aufgelöst werden können.

Das sechste Stück des Dreieckes ist ein Winkel und kann nicht direkt abgelesen werden, weil derselbe mitten in die Zeichnung hineinfällt. Indess bietet gerade die stereographische Projektion noch den Vortheil, dass dieser dritte Winkel des sphärischen Dreieckes gleich ist dem ebenen Winkel der zwei betreffenden Tangenten in der Zeichnung. Hierauf gestützt kann mit einer einfachen Hilfsvorrichtung auch dieses dritte Stück abgelesen, und somit sämmtliche drei unbekannten Stücke bei nur einmaliger Einstellung des Dreieckes abgelesen werden.

Das Instrument wird von Herrn Mechaniker A. Kreidl in Prag (Hussstrasse 7) für den Preis von etwa 24 Mk. oder 15 fl. österr. W. hergestellt. Eine abnehmbare Ueberdeckung aus Holz schützt dasselbe vor Verletzungen und Staub. Wenn das Instrument vom Erfinder selbst geprüft und justirt werden soll, so erhöht sich der Preis wegen der Portokosten um ein Geringes.

Neuer elektrischer Thermostat. (Temperaturregulator.)

Von L. Loviton. *Revue Internat. de l'Electricité.* *6.* *S. 289.*

Der Apparat beruht auf leicht verständlichem und jedenfalls schon vielfach verwendetem Princip. In die Flüssigkeit, deren Temperatur konstant gehalten werden soll, wird ein oben offenes Quecksilberthermometer neben einem gewöhnlichen eingetaucht. In ersteres wird ein Platindraht bis zu beliebiger Höhe herabgesenkt; sobald das steigende Quecksilber denselben berührt, erfolgt Verlöschen des Gasbrenners, welcher als Wärmequelle dient. Nach Unterbrechung des elektrischen Stromes entzündet sich der Brenner von Neuem an einem Dauerflämmchen.

Neu ist vielleicht die Benutzung der starken Spannkraftänderung des Aetherdampfes bei dem offenen Thermometer, in ähnlicher Weise, wie Young (vgl. *diese Zeitschr. 1888, S. 110*) dies zur Anwendung gebracht hat. Indem eine Temperatursteigerung von 1° ein Steigen der Quecksilbersäule von mehreren Centimetern hervorrief, konnte z. B. während der ganzen Dauer einer Ausstellung der *Société chimique* die Temperatur eines Glasballons auf 70° erhalten werden, mit Abweichungen von weniger als 0,1°. *Sp.*

Absolute Messungen mittels des Sphärometers.

Von J. Macé de Lépinay. *Journ. de Phys. II.* *7.* *S. 53.*

Zur Messung der Dicken dünner Lamellen bedient sich J. Maré de Lépinay des von Brunner Frères neuerdings für das internationale Maass- und Gewichts-Bureau konstruirten Sphärometers. Um die Angaben desselben in absolutes Maass verwandeln zu können, benutzt Verf. dünne transparente, gut planparallele Lamellen aus Quarz, deren Dicken auf optischem Wege etalonnirt sind und welche als Vergleichsobjekte mit den zu bestimmenden Stücken dienen; dadurch macht sich Verf. von den jeweiligen Instrumentalfehlern des Sphärometers frei. Letzteres hat folgende Einrichtung.

Eine vertikale Mikrometerschraube bewegt sich in einer fest angebrachten Mutter auf- und abwärts; nahe ihrem oberen Theile trägt dieselbe eine getheilte Trommel, mittels deren in Verbindung mit einem festen Index die Unterabtheilungen der Schraubenumdrehungen

abgelesen werden. Die Schraube endigt oben und unten in Spitzen, auf welche ein leichter Rahmen gelagert ist; derselbe bewegt sich ohne Drehung in dem gleichen Betrage wie die Schraube mit derselben auf- und abwärts; eine auf dem Rahmen angebrachte Theilung vermittelt mit Hilfe eines zweiten festen Index die Ablesung der ganzen Umdrehungen der Schraube. Mit dem Rahmen ist ein Winkelhebel verbunden, dessen kürzerer Arm unten in eine in der Verlängerung der Schraubenaxe liegende Spitze endigt, während der längere, mehrfach rechtwinklig gebogene Arm oben einen Strich trägt, welcher mit einem dritten, fest angebrachten Index in Koïncidenz gebracht, die Nullstellung der Mikrometerschraube, bezw. des Sphärometers markirt.

Als Lager für die zu untersuchenden Lamellen dient ein starkes massives Untergestell, welches die eigentlichen Lager (drei an der Zahl) trägt, von denen zwei in Spitzen endigen und an verschiedenen Stellen des Gestells befestigt werden können, um Lamellen verschiedener Grösse untersuchen zu können, während die dritte, welche senkrecht unter der Messschraube liegt, fest mit dem Gestell verbunden ist und oben in eine Ebene endigt; letztere liegt mit den Spitzen der anderen beiden Lager in einer zur Axe der Mikrometerschraube senkrechten Ebene.

Die Mikrometerschraube hat 0,5 *mm* Ganghöhe und ihre Trommelhöhe ist in 500 Theile getheilt, so dass ganze *Mikron* direct abgelesen und die Zehntel derselben bequem geschätzt werden können.

Die Messung geschieht in folgender Weise: Zunächst wird der Nullpunkt des Sphärometers bestimmt, indem durch Drehen der Messschraube die Spitze des kurzen Hebelarmes mit dem ebenen festen Lager des Auflagegestells in Berührung, der Strich am oberen Ende des langen Hebelarms in Koïncidenz mit seinem Index gebracht und die Angabe der Messschraube abgelesen wird. Sodann werden Etalon und die zu bestimmende Lamelle aufgelegt, die Angaben der Messschraube ermittelt und endlich wird die Bestimmung des Nullpunkts wiederholt. *W.*

Demonstrationswaage für Vorlesungszwecke.

Von Alb. Rueprecht in Wien. *Z. f. d. physik. u. chem. Unterricht. 1. S. 279.*

Die Waage hat als Träger eine gerippte, gusseiserne Säule, welche auf einem kräftigen, mit Stellschrauben versehenen Dreifusse ruht; zwei bewegliche Arme, welche durch ein Excenter von der Rückseite her gehoben und gesenkt werden können, bilden die Arretirung; für die Vertikalstellung ist ein Loth in der Mitte der Säule angebracht.

Der aus Messing gearbeitete Waagebalken ist durchbrochen, trägt oberhalb eine Tarirvorrichtung für grobe und feine Einstellung, nach unten zu eine cylindrische Zunge mit in Federung leicht verschiebbarem Laufgewichte und endet in einem 1 *cm* breiten, geschwärzten Metallstreifen. Im arretirten Zustande der Waage bildet dieser Streifen die Fortsetzung eines gleich breiten, schwarzen Streifens, welcher den Mittelstrich einer grossen, weithin sichtbaren Skale abgiebt. Diese Eintheilung wird durch den erwähnten Mittelstrich und durch zwei weitere solche Streifen in einer Entfernung von etwa 4 *cm* von einander gebildet. Für schärfere Beobachtung des Spieles der Waage sind für den Vortragenden auf der oberen Kante der grossen Skale beiderseits von der Säule Theilstriche ersichtlich gemacht. Während die eine Aufhängeaxe des Balkens vollkommen fest sitzt, ist die andere behufs Verlängerung und Verkürzung eines seiner Arme mittels zweier Stellschrauben verschiebbar.

Genau in den Halbirungspunkten der beiden Arme sind an verstellbaren Metallwinkeln zwei weitere Aufhängeaxen fixirt, deren Drehungspunkte in der Ebene der Endaxen liegen. Durch diese Einrichtung ist der Waagebalken in vier selbstständige Waagen getheilt, wovon zwei gleicharmig, zwei ungleicharmig sind. Zur Beweisführung, dass alle Drehungspunkte an der Waage in einer geraden Linie liegen müssen, sind zu beiden Seiten der eben erwähnten mittleren Schneiden zwei Paar weitere Aufhängepunkte geschaffen, und

zwar durch nach innen zu stehende Oesen, 1 *cm* unterhalb, und durch aussen angebrachte Oehre, 1 *cm* oberhalb der Ebene der äussersten und mittleren Axen.

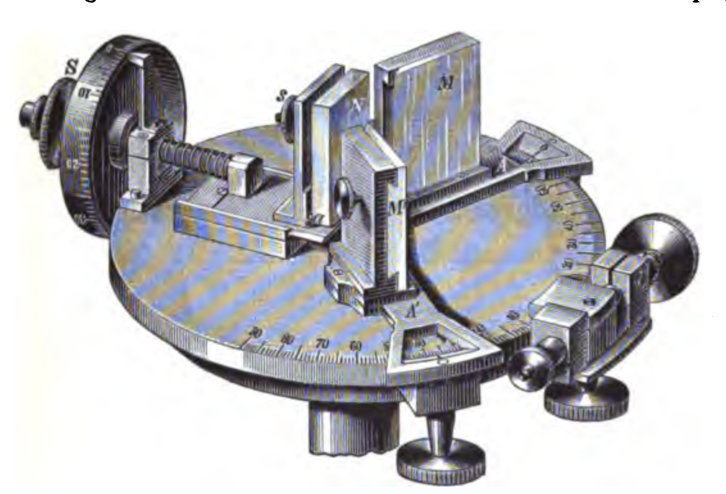
Die Waageschalen sind ziemlich weit herabreichende, messingene Bügelschalen, welche oben ein kleines Tarirschälchen mit einem Haken zum Aufhängen von zu wägenden Körpern tragen und unten in einen horizontalen Ring verlaufen, in welchem tarirte Einsatzschalen Aufnahme finden. Bei einer Belastung von 1 *kg* ist noch 1 *cg* durch Ausschlag weithin zu erkennen.

Ueber den Fresnel'schen Versuch mit den drei Spiegeln.

Von Mascart. *Journ. de Phys. II. 8. S. 183.*

Fresnel hat bekanntlich, um die Vorgänge bei der Reflexion des Lichtes zu untersuchen, das Licht eines Spalts durch einen, zwei oder drei Spiegel zerlegt und zur Interferenz gebracht. Den letzteren Versuch, bei welchem der neue Strahl nach einander an den beiden äusseren Spiegeln, der andere nur einmal an dem mittleren reflectirt wird, hat Verf. durch eine von Pellin ausgeführte Konstruktion vervollkommnet, welche in der nebenstehenden Figur dargestellt ist.

Die äusseren Spiegel M und M' sind auf Armen A und A' befestigt, welche auf einer getheilten Scheibe sich um deren Axe drehen. Die Spiegel sind mit radialen Schlittenführungen versehen und können somit der Axe genähert oder von ihr entfernt werden. Der mittlere Spiegel N ist in einer auf der Scheibe selbst angebrachten Schlittenführung durch eine Mikrometerschraube S parallel mit sich selbst verschiebbar. Mittels einer anderen Schraube s kann man ihn ein weniges um eine horizontale Axe a drehen.



Man bringt zuerst M und M' in die Ebene des Spiegels N und richtet diesen mittels der Schraube s parallel zur Durchschnittslinie der beiden anderen; alsdann dreht man die beiden ersten um beliebige Winkel und visirt auf einen Spalt. Man orientirt den Spalt und stellt die beiden Bilder desselben genau parallel u. gleich hoch. Um ihnen den passenden Abstand von einander zu geben, dreht man die ganze Scheibe mitsammt den drei Spiegeln. Das aus der zweifachen Reflexion hervorgehende Spaltbild bleibt dabei unbeweglich, da seine Stellung nur von dem Winkel zwischen den äusseren Spiegeln abhängt; das andre Bild aber verschiebt sich. Stellt man nun die beiden Bilder auf eine Winkeldistanz von 10 Minuten ein (was auf 1 *m* Entfernung einem Abstande von etwa 3 *mm* entspricht), so haben die Fransen eine Breite von 0,015 *mm*. Man beobachtet alsdann das von dem gemeinsamen Strahlenbündel erleuchtete Feld mit der Lupe, und wenn die Fransen nicht vorhanden sind, so schiebt man nur den Spiegel N langsam durch die Mikrometerschraube vor, um sie erscheinen zu sehen. Da die Bilder, wie auch bei Anwendung von einem Spiegel, zu einander symmetrisch sind und daher die Mittelfranse für alle einander entsprechende Strahlengruppen dieselbe Lage hat, so erhält man die Erscheinung sehr rein, auch mit breitem Spalt, und besser als bei Anwendung von zwei Spiegeln. Die Mittelfranse erscheint bei einem oder drei Spiegeln schwarz, bei zwei Spiegeln weiss. Die theoretischen Folgerungen, welche Verf. daraus zieht, wolle der Leser in der Originalabhandlung nachsehen. *Z.*

Neue Apparate für elektrochemische Untersuchungen.

Von N. von Klobukow. *Journ. f. prakt. Chemie.* **37.** *S. 375.*

1. Stempelrheostat mit Quecksilberkontakten. In einem etwas Quecksilber enthaltenden Hohlcylinder aus Hartgummi oder Holz bewegt sich ein aus demselben Stoff hergestellter Stempel mit zwei oder mehreren Längsrinnen. Die Wände des Hohlcylinders werden in gleichen vertikalen Abständen von Metallstiften durchbohrt, die ein wenig in die Rinnen des Stempels hineinragen. Die beiden äussersten sind mit den Klemmschrauben für die Leitungsdrähte verbunden. Jeder Stift ist mit den beiden benachbarten durch Drähte von bekanntem Widerstand verbunden, welche an der Aussenseite des Hohlcylinders aufgewickelt sind. Bei ganz emporgezogenem Stempel reicht das Quecksilber bis zum untersten Stift; der Strom muss daher alle Widerstandsdrähte durchlaufen. Beim Tieferstellen des Stempels steigt das Quecksilber in den Längsrinnen empor und stellt dadurch eine leitende Verbindung mit höher gelegenen Stiften her; der Strom hat daher um so weniger Widerstandsdrähte zu durchlaufen, je tiefer der Stempel in das Quecksilber eingesenkt wird.

2. Elektrodenhalter mit Quecksilbercontacten. Derselbe bildet einen rechteckigen Rahmen von folgender Einrichtung. Zwei gegenüberliegende Seiten werden durch je ein Paar isolirter, mit Quecksilber gefüllter eiserner Rinnen gebildet, welche in einer Schlittenführung auf den beiden anderen Seiten des Rechtecks ruhen. Letztere sind Stangen, welche durch an ihnen angebrachte Klammern an zwei gegenüberliegenden Wänden des Gefässes, welches die zu elektrolysirende Flüssigkeit enthält, befestigt werden können. Da die Verbindung der Rinnen mit den Stangen, wie erwähnt, durch eine Schlittenführung geschieht, können die beiden Stangen gegen einander innerhalb der durch die Länge der Rinnen gegebenen Grenze beliebig verschoben werden, so dass der Rahmen auf Gefässe verschiedener Grösse aufgesetzt werden kann. Die beiden äusseren und die beiden inneren Rinnen sind durch Metallstangen leitend verbunden, welche ebenfalls beweglich sind. Ihre Enden tragen hakenförmig gebogene Federn, welche in das Quecksilber tauchen und sich an die Wände der Rinnen anlegen; hierdurch wird einer zufälligen Verschiebung der Metallstangen vorgebeugt. An ihnen werden die Elektroden durch Klemmschrauben mit prismatischer Bohrung befestigt; ihr Abstand wird durch die Lage der Metallstangen bestimmt und kann an einer am äusseren Rand einer Rinne angebrachten Theilung abgelesen werden. Mit den Leitungsdrähten wird eine äussere und eine innere Rinne durch Klemmschrauben verbunden; die Klemmschrauben des anderen Rinnenpaares werden für Spannungsmessungen benutzt. *Wgsch.*

Leuchtgasverflüchtiger für Spektralanalyse.

Von H. W. Vogel. *Chem. Ber.* **21.** *S. 2029.*

Um die Spektra der Schwermetallchloride unter Anwendung von Leuchtgas beobachten zu können, dient folgende Vorrichtung. In einem mit einem doppelt durchbohrten Stopfen verschlossenen, schwer schmelzbaren Reagenzrohr wird das Metallchlorid im Leuchtgasstrom erhitzt. Das Gas tritt durch die eine Bohrung des Stopfens in eine bis in den unteren Theil des Reagenzrohres reichende Glasröhre ein; in der anderen Bohrung steckt ein nach unten nur wenig über den Stopfen hervorragendes, oben zweimal rechtwinklig gebogenes und in eine Spitze auslaufendes Rohr. Ueber die Spitze ist ein 5,7 *cm* weites und 10 *cm* langes Glasrohr gestülpt und mit Hilfe eines Drahtes an dem engeren Rohr befestigt (wie bei dem „leicht aus Glas zu konstruirenden Bunsenbrenner“, den Vogel vor Jahren beschrieb). Durch Heben oder Senken des weiten Rohres wird der Luftzutritt so regulirt, dass die Flamme des Leuchtgases völlig entleuchtet wird. *Wgsch.*

Neu erschienene Bücher.

Carl August Steinheil und sein Wirken auf telegraphischem Gebiete. Von H. Marggraff. Sonderabdruck aus dem Bayerischen Industrie- und Gewerbeblatt. München. Th. Riedel. M. 2,00.

Die kleine Schrift ist der Erinnerung an das fünfzigjährige Jubiläum von Steinheil's Entdeckung der Erdleitung gewidmet und giebt ein anschauliches Bild der wissenschaftlichen und technischen Thätigkeit dieses seltenen Mannes. Verf. entwickelt des Näheren die Verdienste Steinheil's auf telegraphischem Gebiete, insbesondere seine Erfindung des ersten galvanischen Schreibtelegraphen im Jahre 1837 und die Entdeckung und Nutzbarmachung der Stromleitungsfähigkeit der Erde für telegraphische Zwecke im Jahre 1838. Die übrigen wissenschaftlich-technischen Erfindungen und Entdeckungen Steinheil's werden kurz gestreift; weniger bekannt dürfte u. A. sein, dass Steinheil die ersten Photographien auf Papier anfertigte, sowie dass er der Erfinder der elektrischen Zeitübertragung ist. Wir glauben die pietätvoll gehaltene Schrift unsern Lesern warm empfehlen zu sollen. *W.*

Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. Herausgegeben (unter Mitwirkung verschiedener Fachgelehrten) von G. Neumayer. Zweite Auflage. Erste Lieferung. Berlin, R. Oppenheim. 2 Bde. in 21 Lieferungen zu je M. 1,60.

Die zweite Auflage dieses bekannten Werkes, deren erste vor 14 Jahren erschien, wird demnächst lieferungsweise in einer völlig umgearbeiteten und vermehrten Form erscheinen, die theils durch die inzwischen eingetretenen Fortschritte der Wissenschaft veranlasst, theils aus dem Bestreben hervorgegangen ist, die praktische Verwerthbarkeit wissenschaftlicher Reisen mehr zu fördern. Die uns vorliegende erste Lieferung beginnt mit einer Anleitung von Fr. Tietjen zur Vornahme von geographischen Ortsbestimmungen, in welcher der Reisende über Theorie und Methoden der einschlägigen Bestimmungen der Zeit, Breite, Länge und Azimuth, Theorie und Behandlung der Instrumente, alles Wissenswerthe findet. Die darauf folgende Abhandlung von W. Jordan über topographische und geographische Aufnahmen soll, wie aus der Vorrede hervorgeht, für kolonisatorische Zwecke eine gründliche Anleitung zur Vermessung und Niederlegung eines Gebietes geben. Zu wünschen wäre, dass, wie bei dieser Abhandlung, auch bei den übrigen die in Frage kommenden Instrumente durch Abbildungen dem Verständniss näher gebracht würden. *W.*

Das neue Tachymeter aus dem Reichenbach'schen mathematisch-mechanischen Institut von T. Ertel & Sohn in München. Von Ingenieur Fr. Kreuter. Zweite Auflage. Brünn, C. Winiker. M. 2,00.

Die vorliegende Schrift enthält die Beschreibung des bekannten Kreuter'schen Tachymeters, ferner Anweisungen für den Gebrauch des Instrumentes im Felde, sowie zur Verarbeitung der Messungsergebnisse, und ist mit einigen Zusätzen und Verbesserungen ein Wiederabdruck der 1876 erschienenen und inzwischen vergriffenen ersten Auflage. Wir haben des Instrumentes, gegen welches seitens einiger Geodäten theoretische und praktische Bedenken erhoben sind, das sich aber in der Praxis doch gut zu bewähren scheint, schon gelegentlich der Besprechung des Wagner-Fennel'schen Tachymeters (*diese Zeitschr. 1887, S. 72; 1888, S. 366*) gedacht und verweisen unsere Leser darauf. *W.*

G. A. V. Peschka. Die freie Perspektive in ihrer Begründung und Anwendung. 2. Aufl. 1. Bd. Leipzig, Baumgärtner. M. 14,00.

W. Jordan, Handbuch der Vermessungskunde. 1. und 2. Band. 3. Aufl. Stuttgart, Metzler. M. 22,00.

W. Barfuss, Handbuch der Feldmesskunde. 4. Aufl. Bearb. v. W. Jeep. Weimar, Voigt. M. 6,00.

F. Meisel, Lehrbuch der Optik. 3. Aufl. v. W. Barfuss' populären Lehrbuch der Optik. Weimar, Voigt. M. 12,00.

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 18. September 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Nachdem der Vorsitzende die Versammlung in der ersten Sitzung nach den Sommerferien begrüsst hatte, sprach Herr Dr. W. Meyer über das von der Gesellschaft *Urania* geplante Institut zur volksthümlichen Belehrung auf astronomischem, physikalischem und naturwissenschaftlichem Gebiete. Ueber die Ziele und Zwecke dieses Unternehmens hatte bereits Herr Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Foerster in einem am 6. März d. J. gehaltenen Vortrage der Gesellschaft ausführliche und dankenswerthe Mittheilungen gemacht. Der Vortragende gab ein Bild der bisherigen Entwicklung der Gesellschaft und behielt sich vor, nach Fertigstellung des Institutes Genaueres mitzutheilen.

Herr Kommerzienrath P. Dörffel gab einige Nachrichten über die Kollektiv-Ausstellung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik auf der internationalen Ausstellung zu Brüssel. (Vgl. den Bericht über die Ausstellung im vorigen Hefte, S. 365, und im vorliegenden, S. 394.)

Herr Direktor Dr. Loewenherz machte dann Mittheilungen über die Kopenhagener Ausstellung und über die Lage der Präcisionsmechanik in den skandinavischen Ländern. Hierauf soll in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift näher eingegangen werden.

Herr Dr. Loewenherz sprach endlich noch den Wunsch aus, dass die Herren Mechaniker etwa entbehrliche Apparate und Apparatentheile zum Zwecke des Unterrichts in der Fachschule kostenfrei abgeben möchten. Die Sendungen sind an den Direktor der Handwerkerschule Herrn O. Jessen, Berlin SW., Lindenstr., zu richten.

Sitzung vom 2. Oktober 1888. Vorsitzender Herr Stückrath.

Herr Dr. Westphal bestätigte und ergänzte auf Grund eigener Wahrnehmungen die in der vorigen Sitzung von Herrn Kommerzienrath Dörffel gemachten Mittheilungen über die Brüsseler Ausstellung und hob die in jeder Weise umsichtige und gewissenhafte Geschäftsführung des gemeinschaftlichen Vertreters, des Herrn R. Drosten in Brüssel, hervor; demselben wurde der Dank der Gesellschaft ausgesprochen.

Herr H. Haensch sprach sodann im Anschluss an einige Mittheilungen über die Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente und Apparate auf der Kölner Naturforscher-Versammlung über die Schritte, die bisher gethan sind, um die Vertretung der Präcisionsmechanik auf den Naturforscher-Versammlungen zweckentsprechender und wirksamer zu gestalten. (Genaueres über den Gegenstand werden unsere Leser in dem demnächst erscheinenden Berichte über die Kölner Ausstellung finden.)

Herr Haensch erklärt dann ferner das Princip des Wolz'schen Reflektors. (Vgl. über denselben *diese Zeitschr. 1888, S. 257.*)

Der Vorsitzende zeigte schliesslich Glasbürsten vor, welche sich zur Reinigung von Gegenständen, die vergoldet werden sollen, empfiehlt; dieselben sind von Victor in Berlin, Wallstr. 6, zu beziehen. Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

Verfahren und Apparat zur direkten Messung der mittleren Stromgeschwindigkeit in Wasserläufen. Von A. Frank in München. No. 43932 vom 4. Januar 1888.

Das Verfahren besteht darin, dass man einseitig mit Löchern (oder Schlitzen) versehene Röhren mit den Löchern dem Strom entgegenhält, hierdurch in den Röhren den mittleren Geschwindigkeitsdruck herstellt und diesen misst.

Stellt man nämlich eine solche Röhre, unten geschlossen, oben offen, mit den Löchern gegen den Strom senkrecht in den Wasserlauf, so dass die Luft in ihr entweichen kann, so drückt das Wasser je nach seiner Geschwindigkeit verschieden stark durch die einzelnen Löcher in das Innere der mit Wasser gefüllten Röhre. Die verschiedenen Drucke gleichen sich im Innern der Röhre aus, und es stellt sich, sofern die Löcher gleich weit von einander entfernt sind, der der Stromvertikalen entsprechende mittlere Geschwindigkeitsdruck her, der sich durch Steigen des

Wassers in der Röhre über den äusseren Wasserspiegel als Geschwindigkeitsdruckhöhe zu erkennen giebt.

Die Röhre kann aber auch statt der senkrechten jede beliebige andere Lage im Querprofil einnehmen, nur muss sie dann an beiden Enden geschlossen sein. Führt man von einer solchen Röhre eine geschlossene Röhre vertikal bis über den Wasserspiegel, so ergiebt die in dieser erfolgende Uebersteigung des Wasserspiegels die mittlere Geschwindigkeitsdruckfläche der auf die durchlöcherte Röhre einwirkenden Stromfäden.

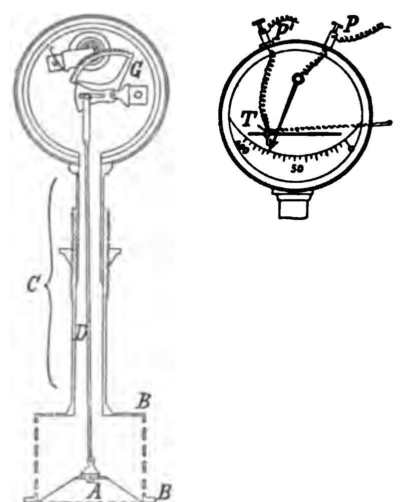
Wendet man anstatt einer solchen Röhre zwei oder mehrere an und verbindet dieselben unter sich durch eine geschlossene Röhre, die über den Wasserspiegel reicht, und sind die Röhren bezw. Löcher so vertheilt, dass immer auf eine gleich grosse Theilfläche des Querprofils ein gleich grosses Loch trifft, so stellt die erzielte Geschwindigkeitsdruckhöhe die mittlere des ganzen Querprofils dar.

Der Apparat besteht aus den den Geschwindigkeitsdruck auffangenden und aus den diesen Druck übertragenden Röhren.

Die Patentschrift enthält noch eine Vorrichtung, durch welche bei der Druckmessung der hydrostatische Druck eliminirt wird.

Selbstthätiger Temperatur- und Druckregulator. Von Ch. F. Blaufus-Weiss in Montpellier. No. 43574 vom 7. December 1887.

Dieser selbstthätige Temperatur- und Druckregulator für flüssige und gasförmige Körper besteht aus einer unten trichterförmig erweiterten Elfenbein-, Glas- oder Metallröhre A, die an ihrem oberen, cylindrischen Theile einen in senkrechter Richtung beweglichen, luftdicht schliessenden Kolben a enthält. Die den Kolben a bewegende Kraft wird durch die Wärme bezw. den Druck erzeugt, welcher in dem der Regulirung unterworfenen Raum B herrscht. Die Wirkung des letzteren ist eine direkte, diejenige der ersteren dagegen eine indirekte, durch Quecksilber vermittelte; von beiden wird der Kolben a bei Vermehrung aufwärts getrieben, während ihn bei Verminderung seine eigene Schwere und das Gewicht der auf ihm liegenden Theile abwärts drücken. Die Bewegungen des Kolbens werden nun derart auf einen Hahn h übertragen, dass dieser stets eine denselben entsprechende Stellung einnimmt. Vermittelt wird die Uebertragung durch einen am oberen Theile des Bügels b befindlichen Zapfen, welcher in eine schraubengangähnliche Vertiefung eingreift, die auf der Innenfläche der an der Hahnwelle f angebrachten Büchse e eingeschnitten ist. Durch die Kolbenbewegung in derselben auf- und abwärts geschoben, dreht der Zapfen den Hahn bald nach links, bald nach rechts, welch letzterer durch eine in seine Seitenwand eingeschnittene, spitzelliptische oder eiförmige Oeffnung o und vier Zu- und Abflussröhren $g\,p\,k\,l$ die Ein- und Ableitung des die Regelung bewerkstelligenden Materials besorgt.

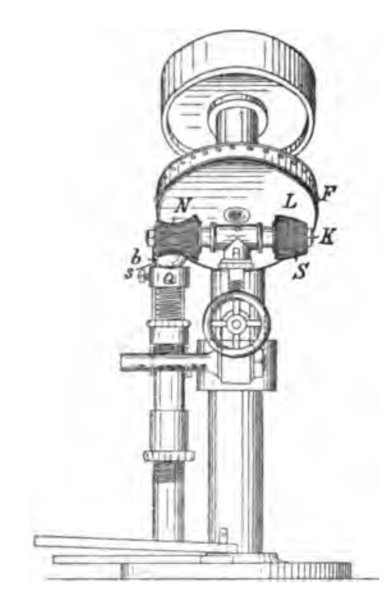


Hygroskop. Von H. Rohrbeck in Berlin. No. 43564 vom 9. Aug. 1887.

Der feuchtigkeitsempfindliche Körper des Hygroskops besteht aus einer plattenförmigen thierischen Membran A, welche sich in einem durchbrochenen cylindrischen Gehäuse B mit einem Rohrstutzen C eingeschlossen befindet. Durch die Uebertragung D, Zahnrad und Trieb G wird die Ausdehnung bezw. Verkürzung der Membran A auf einen Zeiger übertragen, der sich vor einer Skale bewegt.

Um den Feuchtigkeitsgehalt im Arbeitsraum eines Trockenschrankes reguliren zu können, sind die Polklemmen P und P', sowie die verstellbare Kontaktvorrichtung T derart angeordnet, dass der Hygroskopzeiger durch Herstellung eines Batterieschlusses vermittels eines Schiebers oder einer Klappe die Gaskammer des Trockenschrankes vom Arbeitsraume bei einem beliebigen Feuchtigkeitsgrade absperrt und durch Stromunterbrechung die Verbindung genannter Kammer mit dem Arbeitsraum wieder herstellt.

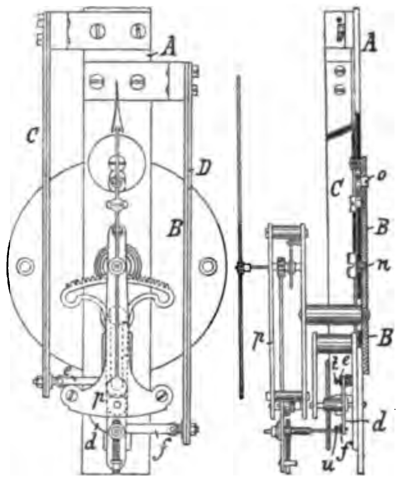
Apparat zum Kugeldrehen. Von T. Draper in Petrolia, Canada. No. 43272 vom 1. Juni 1887.



Die zu bearbeitende Kugel *b* wird von einer mit Schneidstahl *s* versehenen Schale *Q*, welche mit ihrem Träger nach allen Richtungen hin verstellbar ist, getragen und durch eine mit spannbarem Lederbezug *L* ausgerüstete rotirende Scheibe *F* angetrieben, welche gleichzeitig mittels der Friktionsscheibe *S* die universal verstellbare Welle *K* in Drehung versetzt, während die zweite mit *S* verbundene Friktionsscheibe *N* der Kugel *b* als Widerlager dient.

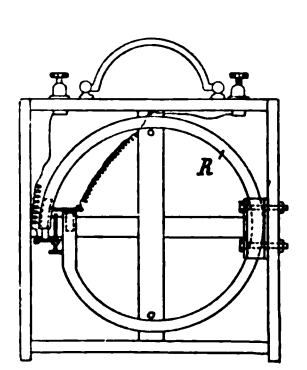
Metallthermometer. Von J. Sudmann in Hamburg. No. 43719. vom 27. Oktober 1887.

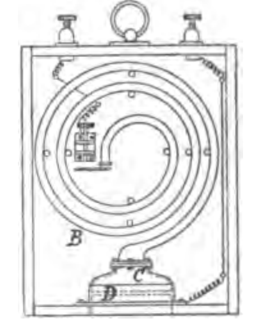
Von den bekannten Metallthermometern unterscheidet sich das vorliegende dadurch, dass die Kompensationsstange nicht direkt, sondern durch Einschaltung einer Mitnehmerscheibe *d* mit dem Zeigerwerk verbunden ist. Da nun die Durchbiegung der Kompensationsstangen *C*, *D* stets gleichmässig und proportional den Temperaturschwankungen auf die Mitnehmerscheibe *d* übertragen wird, so kann auch die Gradeintheilung der Skale durchweg gleichmässig sein und unabhängig von dem Thermometerwerk vorgenommen werden, sobald der Gesammtausschlagwinkel des Zeigers der Gradeintheilung entsprechend regulirt werden kann. Letzteres aber wird hier durch eine radiale Verschiebung der Kurbelzapfen *t*, *u* in der Scheibe *d*, an welchen die Lenkstangen *e*, *f* angreifen, bewirkt. Um eine Korrektion der Zeigerstellung unabhängig von dem eigentlichen Triebwerk bewerkstelligen zu können, ist der in dem Rahmen *p* gelagerte Zeigermechanismus auf einer besonderen, mit dem Gehäuse des Thermometers verbundenen Grundplatte *B* befestigt, während die Platine *A* mit den eigentlichen Betriebsorganen auf der Grundplatte um den Mittelzapfen *n* mit Hilfe des Excenters *o* drehbar ist.



Vorrichtung zum Anzeigen schädlicher Gase. Von P. Binsfeld in Köln a. Rh. und G. d'Orville in Offenbach a. M. No. 43563 vom 29. Juli 1887.

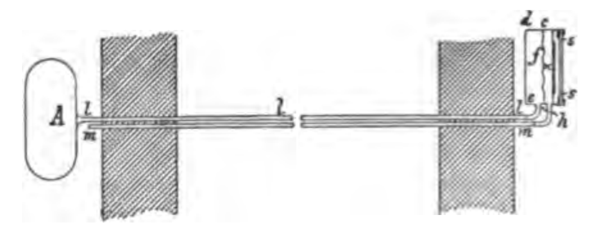
Diese Vorrichtung besteht aus einer spiralförmig gewundenen Thonröhre *R*, welche an beiden Enden verschlossen und entweder in der Mitte oder an einem Ende befestigt ist, so dass entweder beide Enden gegen einander beweglich sind, oder nur das eine Ende sich frei bewegen kann. Bei Gegenwart von Gasen werden dieselben in Folge der Diffusion in der Röhre einen gewissen Druck erzeugen, welcher die Spirale zu strecken sucht. Die Spirale führt dabei eine Bewegung aus, welche durch bekannte Mittel auf einen vor einer Skale spielenden Zeiger übertragen oder dazu benutzt wird, einen elektrischen Kontakt zu schliessen, der alsdann einen Alarmapparat in Bewegung setzt, oder aber Ventilationsöffnungen öffnet oder schliesst. An Stelle der porösen Röhre kann auch eine zur Spirale gebogene Metallröhre *B* treten, welche an ihrem inneren Ende geschlossen ist, am äusseren dagegen in den trichterförmigen durch eine poröse Platte *D* geschlossenen Aufsatz *C* ausläuft. Die durch Diffusion in die Röhre *B* eintretenden Gase strecken oder krümmen letztere und stellen hierdurch auf bekannte Weise Kontaktschluss her oder setzen einen Zeiger in Bewegung.





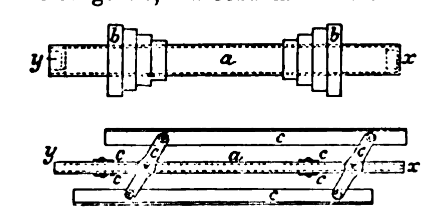
Neuerung an dem unter No. 40081 patentirten Luftthermometer. Von O. Knöfler in Erlangen. No. 43603 vom 7. Oktober 1887. (Zusatz-Patent zu No. 40081 vom 1. Januar 1887.)

Das Quecksilbermanometer des im Hauptpatent beschriebenen Luftthermometers ist durch ein Plattenfedermanometer ersetzt, dessen beide gleich grosse Kammern luftdicht verschlossen sind und nur mit je einer Leitung in Verbindung stehen. Damit nun bei gleichbleibender Temperatur des Thermometergefässes *A* das Manometer seinen Stand nicht ändere, wenn letzteres oder die Leitung Temperaturschwankungen erfahren, wird der Druck in *mmcssh* vermindert und zwar in dem Verhältnisse, als der Raum *Allcdeh* grösser ist als der Raum *mmcssh* bezw. *llcdeh*. Denn eine durch Erwärmung der Leitungen oder des Manometers herbeigeführte Druckerhöhung wird in *mmcssh* voll, in *llcdeh* dagegen in dem Maasse schwächer auf die Feder wirken, als das Volumen $A + ll + cdeh$ grösser ist als $ll + cdeh$.



Apparat zum Ausrichten von Wellenlagern. Von G. Sonnenthal in London. No. 43771 vom 11. Jan. 1888.

Der Ausrichtapparat besteht aus einem Rohr *a*, in dessen einem Ende ein Fadenkreuz *y* befestigt ist, während im anderen Ende eine centrale Durchblicksöffnung *x* oder eine Linse angebracht ist. — Auf dem geraden Rohr *a* sind die Ringe *b b* verschiebbar; dieselben sind gestuft und werden von beiden Seiten in das eine der beiden zu richtenden Lager eingeschoben, so dass das Rohr *a* in dem Lager central gehalten wird. Ist das Rohr *a* auf diese Weise centrirt, so sieht man durch das Rohr hindurch nach dem im anderen Lager eingestellten Mittelpunkt und bringt die beiden Mittellinien genau in Uebereinstimmung. Statt der Ringe *b* können als Mittel zur Centrirung des Apparats auch die beweglichen Stäbe *c* dienen



Kraftmesser. Von P. Fuess in Berlin. No. 43393 vom 8. November 1887.

Dieser Kraftmesser ist ein Federdynamometer mit cylindrischer Schraubenfeder, bei welchem die Veränderung des Durchmessers der letzteren bei der Kraftübertragung als Mittel zur Messung der Kraft dient.

Für die Werkstatt.

Das Schärfen von Feilen mittels Sandstrahles. *Bayerisches Industr.- und Gew.-Blatt 1888. S. 454.*

An der angegebenen Stelle theilt E. Kloss in Wilhelmshaven einige Erfahrungen mit, welche mit dem Richardson'schen Verfahren zum Schärfen von Feilen bei Krupp in Essen gemacht worden sind. Aus denselben ergiebt sich, dass das Verfahren nicht nur zum Schärfen abgenutzter Feilen zu verwenden ist, sondern dass auch die Anwendung derselben auf neue Feilen vor der ersten Benutzung ganz wesentliche Vortheile bietet. Die Erklärung dafür ergiebt sich leicht aus der genaueren Untersuchung der Zahnform einer gehauenen Feile; dieselbe zeigt einen dünnen, sehr scharfen, aber wenig widerstandsfähigen Grat, welcher bei Anwendung stärkeren Druckes abbricht und dann die Wirksamkeit der Feile ganz erheblich verringert, und zwar um so mehr, als die Gefahr vorliegt, dass einzelne abgebrochene Grate sich in das bearbeitete Stück einsetzen und das Abbröckeln weiterer Gratstücke beschleunigen.

Das Richardson'sche Verfahren besteht darin, dass die Feilen mittels einer einfachen Vorrichtung zwischen zwei durch Einwirkung eines Dampfstrahls erzeugten Sandstrahlen langsam hin und her bewegt werden. Das Nachschärfen einer nicht zu sehr abgenutzten Feile von etwa 30 *cm* Länge erfordert die Einwirkung des Sandstrahls während einer halben Minute; war die Feile aber stark abgenutzt, so erforderte die Schärfung etwa $1^1/_2$ Minuten. Es zeigte sich, dass es vortheilhafter ist, die Feilen nur mässig abzunutzen, bevor sie einer neuen Schärfung unterworfen werden; dadurch wird eine sehr häufige (bis 13 malige) Wiederholung der Schärfung und also die grösste Gesammtnutzung bis zum nächsten Aufhauen ermöglicht. Ohne Zweifel ist die Wirkungsweise des Verfahrens höchst interessant und der ökonomische Werth ein bedeutender. Indessen ist dasselbe wohl nur auf Feilen von gröberem Hieb anwendbar. *P.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktions-Kuratorium:

Geh. Reg.-R. Prof. Dr. H. Landolt, Vorsitzender. R. Fuess, Beisitzer. Direktor Dr. L. Loewenherz, Schriftführer.

Redaktion: Dr. A. Westphal in Berlin.

VIII. Jahrgang. December 1888. Zwölftes Heft.

Ueber den Gang der Eispunktsdepression.

Von

Albr. Böttcher in Charlottenburg.

Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Im fünften Bande der *Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures* hat Herr Dr. Guillaume[1]) den Gang der Eispunktsdepression untersucht für Thermometer aus französischem Hartglas, welches der in wissenschaftlichen Kreisen bekannte Thermometerfabrikant Herr Tonnelot verwendet, und aus französischem Krystallglas, welches sonst in Frankreich zur Thermometerfabrikation hauptsächlich benutzt wird. Danach verlaufen die verschiedenen, nach Erwärmungen auf Temperaturen zwischen 0 und 100 Grad beobachteten Depressionen[2]) bei Thermometern aus Hartglas nahezu proportional diesen Temperaturen. Für dieses Glas beträgt die Depression nach Erwärmung auf 100 Grad nur 0,1 Grad. Die Thermometer aus Krystallglas, mit einer Depression von mehr als 0,4 Grad für die Erwärmung auf 100 Grad, folgen im Gange ihrer Depressionen eher einer quadratischen Funktion, wie eine solche schon von Herrn Dr. Pernet für Thermometer aus thüringer Glas im Jahre 1875 hergeleitet wurde.

Aehnlich wie für französisches Hartglas ist die Beziehung der Depression zu dem Grade der vorangegangenen Erwärmung für Jenaer Normalglas bei Arbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt beobachtet worden. Es geschah dies gelegentlich einer umfangreichen Vergleichung neuerer und älterer Normale. Die ersteren, aus Jenaer Glas von Herrn R. Fuess hergestellt, sind mit den Nummern 245, 246 und 247 bezeichnet; die älteren Normale aus thüringer Glas tragen die Nummern 50 und 20; ihnen wurde noch ein Thermometer No. 1115 aus englischem Krystallglas beigefügt. Die sechs Thermometer waren vorher viele Wochen, die Instrumente No. 50 und 1115 sogar mehrere Monate in Zimmertemperatur aufbewahrt worden.

Die Vergleichungen erfolgten zwischen 0 und 100 Grad und, soweit es anging, etwa von 5 zu 5 Grad. Hierbei wurden die Thermometer gegen zwei Stunden in den niederen (unter 60 Grad), gegen eine Stunde in den höheren Graden auf konstanter Temperatur gehalten. Die Vergleichungen unter 60 Grad geschahen im Wasserbade, dabei erfolgte jedesmal eine Viertelstunde nach Steigerung der Temperatur des Bades um 5 Grad eine erste Bestimmung der Eispunkte; sodann wurden die Thermometer in das Bad zurückgebracht und die Vergleichungen ausgeführt. Am Schlusse wiederholte man die Eispunksbestimmung und sah die nunmehr beobachteten Eispunkte als die für die betreffende Temperatur maximal deprimirten an. Die Vergleichungen

[1]) Ueber die Guillaume'sche Untersuchung wird später näher berichtet werden. D. Red. — [2]) Ueber den Begriff der (vorübergehenden) Depression vergl. *diese Zeitschr. 1888, S. 373.*

bei 60 Grad und darüber geschahen in Dämpfen einheitlicher Flüssigkeiten. Da in höheren Temperaturen die den maximal deprimirten Eispunkten entsprechende Gefässerweiterung schneller eintritt als in niederen, so erschien eine doppelte Bestimmung der Eispunkte hier unnöthig; man begnügte sich damit, am Schlusse der Vergleichungen die Eispunkte zu ermitteln. Aus den in der angegebenen Weise beobachteten Eispunkten versuchte man die Abhängigkeit der Depression von der Temperatur der vorangegangenen Erwärmung, nach Art des Dr. Guillaume, in der Form einer quadratischen Funktion herzuleiten. Versteht man unter E_t den Eispunkt nach Erwärmung auf t Grad und setzt:

$$E_t = E_{100} + a(100 - t) + b(100 - t)^2,$$

so berechnet sich nach der Methode der kleinsten Quadrate für die drei Thermometer aus Jenaer Glas:

$$E_t = E_{100} + 0{,}00055\,(100 - t) + 0{,}0000008\,(100 - t)^2. \quad ^{1)}$$

Der Faktor des quadratischen Gliedes ist so klein, dass dem Verlauf der Depression augenscheinlich schon durch eine lineare Funktion hinreichend genügt wird. Berechnet man dagegen die Werthe a und b der obigen Funktion für die beiden Thermometer aus thüringer Glas, sowie für dasjenige aus englischem Glas, so wird der Faktor des quadratischen Gliedes 20 bis 50 mal grösser als bei dem Jenaer Glas.

I. Eispunkte der Thermometer aus Jenaer Glas.

Nach Erwärmung auf	Nr. 245.			Nr. 246.			Nr. 247.			Mittel von Beob. *minus* Rechn.
	Beob.	Berechn. durch lineare Interpol.	Beob. *minus* Rechn. in 0,001°.	Beob.	Berechn. durch lineare Interpol.	Beob. *minus* Rechn. in 0,001°.	Beob.	Berechn. durch lineare Interpol.	Beob. *minus* Rechn. in 0,001°.	
5°	+ 0,048	+ 0,048	0	+ 0,075	+ 0,075	0	+ 0,057	+ 0,057	0	0
10	44	45	− 1	73	71	+ 2	55	54	+ 1	+ 1
15	42	42	0	65	68	− 3	53	51	+ 2	0
20	39	40	− 1	64	64	0	51	49	+ 2	0
25	36	37	− 1	60	60	0	51	46	+ 5	+ 1
30	35	34	+ 1	58	57	+ 1	46	43	+ 3	+ 2
35	34	31	+ 3	53	53	0	43	40	+ 3	+ 2
40	21	28	− 7	48	50	− 2	38	37	+ 1	− 3
45	18	25	− 7	46	46	0	32	34	− 2	− 3
50	17	22	− 5	43	42	+ 1	34	31	+ 3	0
55	15	20	− 5	38	39	− 1	26	29	− 3	− 3
61	17	16	+ 1	33	34	− 1	24	25	− 1	0
65	11	14	− 3	26	31	− 5	18	23	− 5	− 4
72,5	10	10	0	22	26	− 4	18	19	− 1	− 2
78	1	6	− 5	19	22	− 3	10	15	− 5	− 4
82	7	+ 0,004	+ 3	16	19	− 3	13	13	0	0
91,5	+ 0,002	− 0,001	+ 3	11	12	− 1	11	8	+ 3	+ 2
96	0,000	4	+ 4	7	9	− 2	8	5	+ 3	+ 2
100	− 0,006	6	0	+ 0,006	+ 0,006	0	+ 0,003	+ 0,003	0	0

Mittel aus den Abweichungen (Beob. *minus* Rechn.) ohne Berücksichtigung des Vorzeichens = 0,0015.

---

1) Für das französische Hartglas findet Guillaume:

$$E_t = E_0 - 0{,}0008886\,t - 0{,}000001084\,t^2,$$

wobei er E_t auf denjenigen Eispunkt bezieht, welcher nach längerer Aufbewahrung des Thermometers bei 0 Grad beobachtet werden würde.

Die Zusammenstellungen I und II enthalten für die sechs Thermometer die beobachteten maximal deprimirten Eispunkte, neben welchen berechnete Eispunkte aufgeführt werden. Für diese Berechnung ist obiger Herleitung zufolge angenommen worden, dass die Depression bei den Thermometern aus Jenaer Glas proportional der Temperatur wächst, bei den anderen drei Thermometern ist dagegen in der von Pernet angegebenen Weise verfahren und die Veränderung der Depressionen proportional dem Quadrate der Temperatur angesetzt worden.

II. Eispunkte der Thermometer aus thüringer und englischem Glas.

Nach Erwärmung auf	Nr. 50. (Thüringer Glas.)			Nr. 20. (Thüringer Glas.)			Nr. 1115. (Englisches Glas.)		
	Beob.	Berechn. durch quadrat. Interpol.	Beob. *minus* Rechn. in 0,001°.	Beob.	Berechn. durch quadrat. Interpol.	Beob. *minus* Rechn. in 0,001°.	Beob.	Berechn. durch quadrat. Interpol.	Beob. *minus* Rechn. in 0,001°.
5°	0,526	0,526	0	0,246	0,246	0	– 0,110	– 0,110	0
10	523	523	0	243	245	– 2	125	112	– 13
15	521	520	+ 1	240	244	– 4	130	115	– 15
20	517	515	+ 2	239	243	– 4	135	120	– 15
25	514	508	+ 6	240	240	0	135	126	– 9
30	507	500	+ 7	236	238	– 2	145	133	– 12
35	501	491	+ 10	236	235	+ 1	150	142	– 8
40	490	480	+ 10	229	231	– 2	150	152	+ 2
45	473	468	+ 5	227	225	+ 2	158	163	+ 5
50	459	454	+ 5	223	220	+ 3	170	176	+ 6
55	428	439	– 11	215	216	– 1	195	190	– 5
61	427	419	+ 8	216	209	+ 7	210	209	– 1
65	407	404	+ 3	210	203	+ 7	213	222	+ 9
72,5	386	375	+ 11	200	193	+ 7	243	246	+ 3
78	361	351	+ 10	199	184	+ 15	240	271	+ 31
82	352	332	+ 20	188	177	+ 11	265	288	+ 23
91,5	313	285	+ 28	179	160	+ 19	278	332	+ 54
96	292	261	+ 31	169	151	+ 18	335	354	+ 19
100	238	238	0	143	143	0	375	375	0

Zur Beurtheilung der Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ist zu erwähnen, dass sämmtliche Beobachtungen mit der Lupe gemacht wurden, dass ferner Nr. 1115 ein Stabthermometer ist und nur eine Eintheilung in halbe Grade besitzt, während die anderen Thermometer in Fünftel- und Zehntel-Grade getheilt sind. Der grösste Fehler einer Beobachtung kann demnach für Nr. 1115 zu 0,02 Grad, für die übrigen Thermometer zu 0,005 Grad angesetzt werden. Es zeigt sich bei Vergleichung der beobachteten und berechneten Eispunkte, dass bei den Thermometern aus Jenaer Glas (Zusammenst. I) die Abweichungen (Beob. *minus* Rechn.) innerhalb der Beobachtungsfehler verbleiben. Die lineare Interpolation reicht somit bei Jenaer Glas zur Berechnung der Eispunkte vollständig aus. Für die Thermometer aus thüringer bezw. englischem Glas verlaufen bis zu 70 Grad hinauf die Depressionen in gutem Anschluss an den Gang der Quadrate der Temperaturen.

Es braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass der lineare Verlauf der Eispunktsdepressionen bei Thermometern aus Jenaer Glas für thermometrische Arbeiten ungemein wichtig ist und die Vorzüge dieses Glases sehr erhöht. Bei dem französischen Hartglase findet sich zwar derselbe Verlauf der Depressionen; dieses Glas, im Uebrigen eines der besten zu thermometrischen Zwecken benutzten Gläser, steht aber betreffs der Grösse der Depression hinter dem Jenaer Glas noch zurück.

Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass die Depression für 100 Grad bei den Tonnelot'schen Thermometern 0,1 Grad beträgt, also nahezu ebenso gross ist, wie bei dem hier erwähnten Thermometer No. 20 aus thüringer Glas. Im Gegensatz dazu ist der Verlauf der Depression mit der Temperatur bei beiden Thermometern ein sehr verschiedener. Dies beweist, dass bei der Beurtheilung der Güte eines Thermometerglases nicht nur die Grösse, sondern auch der Gang der Depression in dem hier dargelegten Sinne in Betracht gezogen werden muss.

Ueber die Genauigkeit der Instrumente zum Abstecken von rechten Winkeln.

Von

Professor **Franz Lorber** in Leoben.

(Schluss.)

6. In der bisherigen Entwicklung ist stillschweigend vorausgesetzt worden, dass der Absteckungsfehler im Winkelmaasse von der Entfernung des eingewiesenen Stabes unabhängig sei; wie die ganze Durchführung der Arbeit zeigt, war aber auch die Absicht darauf gerichtet, zu untersuchen, ob oder inwieweit diese Annahme berechtigt ist.

Bei den über die Genauigkeit der Winkelabstecker von anderer Seite bekannt gemachten, auf wirklich ausgeführte Beobachtungen sich stützenden Angaben[1]) ist diesem Umstande keine Beachtung geschenkt worden; sie behandeln bloss Winkeltrommel und Winkelspiegel, beschränken sich nur auf den Absteckungsfehler und lassen den konstanten Instrumentalfehler ganz unberücksichtigt.

Wäre der Absteckungsfehler im Winkelmaasse φ von der Entfernung D des eingewiesenen Stabes nicht abhängig, also eine konstante Grösse, so müsste der lineare Absteckungsfehler f, beziehungsweise der lineare Visurfehler f_1 proportional zur Entfernung D wachsen. Aus den vorliegenden Ergebnissen ist zu ersehen, dass dies nicht der Fall ist, und dass f beziehungsweise f_1 in einem geringeren Grade zunimmt; obgleich sich die Erscheinung bei allen Instrumenten zeigt, so ist doch unverkennbar, dass sie bei den Winkelspiegeln und Prismen mehr, bei der Winkeltrommel hingegen weniger hervortritt.

Was zunächst die letztere betrifft, so müsste man nach der Einrichtung des Instrumentes von vorn herein die Annahme machen, dass der Visurfehler φ_1 eine konstante Grösse sei; es soll aber doch das Gesetz $f_1 = \gamma + \gamma_1 D$ zu Grunde gelegt und nach der Ausgleichungsrechnung ausgewerthet werden.

Die Anzahl der Beobachtungen bei den Winkeltrommeln ist an und für sich geringer als bei den anderen Instrumenten, denn die Trommel wurde absichtlich in den Hintergrund gestellt, weil gerade sie bisher anderweitig häufiger behandelt worden ist; überdies beziehen sich die vorliegenden Daten auf Spaltenabstände von 100 und 54 *mm*, und es erscheint daher zweckmässig, die bei der cylindrischen Trommel gefundenen Werthe auf einen Spaltenabstand von 100 *mm* zu reduciren und mit den Ergebnissen bei der Kreuzscheibe zu vereinigen.

Diese Vereinigung empfiehlt sich nicht nur zum Zwecke der Erlangung eines reicheren Materials, sondern auch deswegen, um einen bestimmten Abstand der

---

[1]) Zeitschrift für Vermessungswesen 1875 und 1886.

Visirspalten (100 *mm*) zu Grunde zu legen; die bezügliche Rechnung liefert folgende Zusammenstellung:

Entfernung des eingewiesenen Stabes	18	37	53	69	87 *m*
Mittlerer Visurfehler	6,7	9,6	13,9	20,7	27,3 *mm*
	1,3	0,9	0,9	1,0	1,1′

Wird nun mit diesen Grössen das Gesetz $f_1 = \gamma + \gamma_1 D$ ermittelt und dabei berücksichtigt, dass die ersten drei Werthe des mittleren Visurfehlers aus je 60, die letzten zwei jedoch nur aus je 20 Beobachtungen hervorgingen, so erhält man:

$$f_1 = 0{,}15 + 0{,}29\,D,$$

wofür man wegen der Kleinheit von γ unbedenklich

$$f_1 = 0{,}29\,D$$

setzen kann, worin f_1 in Millimetern und D in Metern verstanden ist. Hieraus ergiebt sich der Visurfehler in Minuten

$$\varphi_1 = \frac{3{,}438 f_1}{D} = 1{,}0'$$

und es wird also dadurch bestätigt, dass bei der Winkeltrommel der Visurfehler wirklich von der Entfernung des einvisirten Punktes unabhängig ist.

Obgleich dieser Werth von den frühern für den gleichen Spaltenabstand gefundenen (1,2′ und 1,1′), etwas abweicht, soll er doch beibehalten werden; man findet dann weiter:

den mittleren Absteckungsfehler in Millimetern: $f = f_1 \sqrt{2} = 0{,}29\,D \sqrt{2} = 0{,}40\,D$

„ „ „ „ Minuten: $\varphi = \varphi_1 \sqrt{2} = \frac{3{,}438 f}{D} = 1{,}4'$.

Für die anderen Instrumente ergeben sich nach dem Gesetze $f = c + c_1 D$ nach der Ausgleichungsrechnung folgende Gleichungen:

Winkelspiegel, gewöhnliche . . .	$f = 8{,}7 + 0{,}27\,D$	$\varphi = 0{,}9 + \frac{30}{D}$
„ mit fixirter Visur .	$f = 3{,}0 + 0{,}14\,D$	$\varphi = 0{,}5 + \frac{10}{D}$
Winkelprismen	$f = 3{,}3 + 0{,}21\,D$	$\varphi = 0{,}7 + \frac{11}{D}$.

Die nach diesen Gleichungen (jene für Winkelspiegel mit fixirter Visur und für Winkelprismen könnten auch vereinigt werden) berechneten Werthe stimmen mit den beobachteten so gut überein, als es überhaupt erwartet werden kann[1]).

Es erscheint auffällig, dass sich bei dem Winkelspiegel und Winkelprisma ein anderes Gesetz ergab wie bei der Winkeltrommel; dies dürfte dadurch zu erklären sein, dass bei dem letzteren zwei Visirebenen vorhanden sind, während bei den ersteren der bewegliche Stab in die durch den festen Stab gegebene Visirebene eingewiesen wird.

Die aufgestellten Gleichungen gelten strenge genommen nur für die durchgeführten Versuche, und es wäre gewiss von (natürlich mehr theoretischem als praktischem) Interesse, zu erfahren, ob bei anderen Beobachtungen oder Untersuchungen ähnliche Beziehungen stattfinden.

---

[1]) Für Winkelspiegel und Winkelprisma erhält man auch durch die mittels des Gesetzes $f = c\sqrt{D}$ gerechneten Gleichungen ziemlich gut passende Werthe.

7. Nach der Ermittlung des mittleren Absteckungsfehlers lässt sich jetzt auch der Maximalfehler (zulässige Fehler) eines abgesteckten Winkels bestimmen; nimmt man den Maximalfehler e beziehungsweise ε gleich 2,8 mal dem mittleren Fehler f oder φ an, so ergiebt sich:

a) Winkeltrommel mit 100 *mm* Spaltenabstand: $e = 1{,}12\,D$ $\quad \varepsilon = 3{,}9'$

b) Winkelspiegel: α) gewöhnliche . . $e = 24{,}4 + 0{,}77\,D$ $\quad \varepsilon = 2{,}6 + \frac{84}{D}$

β) mit fixirter Visur $e = 8{,}4 + 0{,}39\,D$ $\quad \varepsilon = 1{,}4 + \frac{28}{D}$

c) Winkelprisma . . . . $e = 9{,}2 + 0{,}59\,D$ $\quad \varepsilon = 2{,}0 + \frac{31}{D}$.

Aus diesen Gleichungen lässt sich die Länge der Senkrechten rechnen, wenn ein gegebener linearer Abweichungsfehler e nicht überschritten werden soll; nimmt man diesen etwa zu 50 *mm* an, so findet man also D bei:

a): 45 *m*; *b*): α) 33 *m*, β): 105 *m*; *c*): 69 *m*.

Der Maximalfehler ε wird dann bei:

a): 3,9′; *b*): α) 5,1′, β) 1,7′; *c*): 2,5′.

Diese Zahlen, welche keiner weiteren Erklärung bedürfen, gelten natürlich nur für solche günstige Verhältnisse, wie sie bei der Untersuchung bestanden, und zwar nur unter der Voraussetzung, dass das Instrument vollkommen richtig ist, also keinen konstanten Fehler besitzt.

Fast jedem Instrumente ist aber ein mehr oder minder bedeutender Fehler K eigen, welcher sich stets in demselben Sinne äussert und in der (mittleren oder grössten) linearen Abweichung einen Einfluss (in Millimetern) von

$$\frac{D\,K}{3{,}438} = M$$

hervorbringt, wo D in Metern und K in Minuten gegeben ist, so dass also die mittlere Abweichung $= M \pm f$ und die grösste Abweichung $= M \pm e$ zu setzen ist. Sollen also solche Zahlenwerthe für die zulässigen Längen der Senkrechten, wie sie oben ohne Rücksicht auf den konstanten Fehler berechnet wurden, zur Benutzung gelangen, so müsste man den Einfluss des konstanten Fehlers durch entsprechende Verrückung des abgesteckten Punktes beheben, wozu man natürlich die Grösse von K kennen müsste; die Berücksichtigung des konstanten Fehlers auf diese Weise würde freilich wesentlich zur Erhöhung der Genauigkeit der Senkrechten beitragen, allein, da dies einerseits zu umständlich wäre und da andererseits die Kenntniss von K wohl nur in den seltensten Fällen vorausgesetzt werden darf und auch nur aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen erlangt werden kann, so bleibt nichts anderes übrig, als die Anwendung der Instrumente durch Verminderung der zulässigen Länge der Senkrechten verhältnissmässig einzuschränken.

Die Feststellung von Zahlenwerthen für dieselben kann nur auf Grund von Annahmen über die Grösse von K geschehen; damit aber den zu berechnenden Zahlenwerthen nicht der Vorwurf gemacht werden kann, dass sie auf zu grossen konstanten Fehlern beruhen, soll für die Winkeltrommel $K = 4'$ und für die Winkelspiegel und Winkelprismen $K = 2'$ gewählt werden, welche Werthe den bei den betreffenden Instrumenten beobachteten kleinsten konstanten Fehlern (4,4′ und 1,9′) nahe gleich kommen.

Die grösste zu befürchtende lineare Abweichung wird überhaupt dann eintreten, wenn das Vorzeichen des unregelmässigen Fehlers mit jenem des konstanten

Fehlers übereinstimmt und unter dieser Voraussetzung erhält man die zulässige Länge der Senkrechten und den dazu gehörigen Maximalwinkelfehler $\varepsilon_1 = \varepsilon + K$ für eine gestattete Linearabweichung von 50 *mm* wie folgt:

a):		$D = 22\,m$	$\varepsilon_1 = 7{,}9'$
b):	α)	$D = 19\,m$	$\varepsilon_1 = 9{,}0'$
	β)	$D = 43\,m$	$\varepsilon_1 = 4{,}0'$
c):		$D = 35\,m$	$\varepsilon_1 = 4{,}9'$

Aus diesen Grössen ist vorerst zu ersehen, dass es nicht gerechtfertigt ist, wenn man für alle Gattungen von Instrumenten nur einen einzigen Werth der zulässigen Länge der Senkrechten festsetzt und weiter, dass man diese unter günstigen Verhältnissen für die Winkeltrommel mit 100 *mm* Spaltenabstand und gewöhnliche Winkelspiegel zu 20 *m* und für Winkelspiegel mit fixirter Visur und Winkelprismen zu 40 *m* annehmen darf, wenn eine Linearabweichung von 50 *mm* nicht überschritten werden soll.

Erwägt man nun, dass in der Praxis nicht nur hinsichtlich der unregelmässigen, sondern auch hinsichtlich der konstanten Fehler grössere Werthe, als angenommen, auftreten werden, so gelangt man zu dem Schlusse, dass die angegebenen Grössen für die zulässige Länge der Senkrechten die äussersten Grenzen vorstellen, und dass im Allgemeinen die Winkelabstecker nicht jenen Grad von Genauigkeit gewähren, welcher ihnen häufig zugeschrieben wird.

8) Weil die Genauigkeit so sehr von der Einwirkung der konstanten Fehler beeinflusst wird, ist es gewiss gerechtfertigt, dass denselben eine besondere Besprechung gewidmet wird.

Die mit den Instrumenten vorzunehmende Prüfung nach dem gewöhnlich zur Anwendung kommenden Verfahren ist nichts anderes, als die Ermittlung des konstanten Fehlers auf Grund zweier Absteckungen; wird der mittlere Fehler einer Absteckung wieder mit φ bezeichnet, so ist dann die mittlere Unsicherheit des konstanten Fehlers $\varphi_0 = \varphi / \sqrt{2}$. Diese Unsicherheit ist auch dann vorhanden, wenn $K = 0$ erhalten, also das Instrument als richtig befunden wurde und daraus geht hervor, dass man auch bei dem Winkelspiegel eine Berichtigung nur mit dem mittleren Fehler von $\varphi / \sqrt{2}$ ausführen kann.

Da nun bei Winkelprismen und Winkelspiegeln φ um so kleiner wird, je grösser die Entfernung des eingewiesenen Stabes ist, so sollen zur Prüfung beziehungsweise Berichtigung dieser Instrumente die eingewiesenen Stäbe thunlichst weit gewählt werden; es ist aber selbstverständlich, dass dieser Forderung insofern eine Grenze gesteckt ist, als man über eine gewisse Entfernung hinaus einen gewöhnlichen Fluchtstab von 30 *mm* Durchmesser überhaupt nicht mehr beobachten kann.

Ob aber in der Praxis die Bestimmung des konstanten Fehlers wirklich mit einem mittleren Fehler von $\varphi / \sqrt{2}$ (unter φ die früher angegebenen Grössen verstanden) ausgeführt werden kann, ist allerdings eine andere Frage; höchstens bei der Winkeltrommel dürfte dies möglich sein, während bei den anderen Instrumenten, bei welchen schon der Aufstellungsfehler allein einen grösseren Betrag erreichen kann, dies so viel wie ausgeschlossen ist.

Bei den untersuchten Winkelspiegeln No. 2 und 3, welche vor ihrer Verwendung mit aller Sorgfalt geprüft und berichtigt wurden, haben sich die konstanten Fehler mit 3,0' und 3,2' ergeben; obgleich nur zwei solche Werthe vorliegen, welche zur Fällung eines Urtheils natürlich nicht hinreichen, so lässt sich doch erken-

nen, dass die angegebene mittlere Unsicherheit der Berichtigung $\varphi/\sqrt{2}$ nur theoretische Bedeutung hat.

Trotzdem haben aber die Winkelspiegel vor den anderen Instrumenten das voraus, dass man bei ihnen doch wenigstens Gelegenheit hat, eine Berichtigung auszuführen; bei der Winkeltrommel und dem Winkelprisma ist man aber ganz und gar von dem Verfertiger des Instrumentes abhängig und es ist daher um so nothwendiger, dass die Herstellung eine möglichst vollkommene sei.

Inwieweit dies bei den untersuchten Instrumenten der Fall ist, zeigen die für K gefundenen Werthe; was zunächst die Winkeltrommel betrifft, so ergab sich bei der Kreuzscheibe $K = -4{,}4'$, während bei der cylindrischen Winkeltrommel hierfür $4{,}5'$, $9{,}0'$ beziehungsweise $17{,}2'$, je nach der Stellung des Auges, erhalten wurde.

Letztere drei Werthe sind wesentlich von einander verschieden, trotzdem die Visirebenen so sorgfältig als möglich vertikal gestellt worden waren; mit Bezug auf die Entfernung der Visirspalten (54 *mm*) berechnet sich daraus, wenn die eine Spalte vertikal angenommen wird, die Neigung der anderen gegen den Horizont mit $89^\circ\ 50'$, also der Fehler in ihrer Stellung mit $10'$.

Hieraus ist zu entnehmen, welchen bedeutenden Einfluss der konstante Fehler bei der Winkeltrommel erreichen kann, wenn die Visuren von der horizontalen Lage abweichen, was bei der praktischen Anwendung im geneigten Terrain, wo Winkelspiegel und Winkelprisma ihren Dienst versagen, häufig genug der Fall sein wird.

9. Besondere Beachtung verdient der konstante Fehler des Winkelprismas, weil dieser mit den Fehlern der Winkel desselben im unmittelbaren Zusammenhange steht; nimmt man als Querschnitt eines geraden Glasprismas ein Dreieck mit den drei Winkeln

$$A = 90 + a \qquad B = 45 + b \qquad C = 45 + c$$

an, wo a, b, c kleine Grössen sind, welche die Bedingung $a + b + c = 0$ zu erfüllen haben, so findet man nach einfacher Rechnung den Winkel, welchen der einfallende Strahl mit dem nach zweimaliger Brechung und zweimaliger Reflexion wieder aus dem Prisma austretenden Strahle einschliesst:

$$x = A + (2\,B - A)\sqrt{1 + \frac{n^2 - 1}{\cos^2 \alpha}}$$

$$\text{und} \qquad y = A + (2\,C - A)\sqrt{1 + \frac{n^2 - 1}{\cos^2 \alpha}},$$

je nachdem der brechende Winkel B oder C benutzt wird. Aus diesen Gleichungen, in welchen n den Brechungskoefficienten und α den Einfallswinkel bedeutet, kann zunächst entnommen werden, dass der abgesteckte Winkel nur dann $= 90^\circ$ ist, wenn jeder der beiden brechenden Winkel 45°, also der Querschnitt des Prismas ein gleichschenkliges rechtwinkliges Dreieck ist; wäre dies nicht der Fall, so erhielte man wohl, wenn z. B. $A = 2\,B$ ist, für x den konstanten Werth A, während der Winkel y, als vom Einfallswinkel abhängig, verschiedene Werthe annehmen kann.

Im Allgemeinen wird man jedoch voraussetzen müssen, dass die drei Winkel A, B und C von ihrem Sollbetrage abweichen werden und also sowohl x als auch

y mit α veränderlich wird; führt man für B und C die vorne angegebenen Grössen in die Gleichungen für x und y ein und berücksichtigt man, dass $A = 90° - (b + c)$ sein muss, so erhält man, wenn zur Vereinfachung der Ausdruck

$$\sqrt{1 + \frac{n^2 - 1}{\cos^2 \alpha}} = \nu$$

gesetzt wird:

$$x = 90° + b\,(3\nu - 1) + c\,(\nu - 1),$$

beziehungsweise

$$y = 90° + b\,(\nu - 1) + c\,(3\nu - 1)$$

und die entsprechenden konstanten Fehler:

$$K_1 = x - 90° = b\,(3\nu - 1) + c\,(\nu - 1) \quad \text{und} \quad K_2 = y - 90° = b\,(\nu - 1) + c\,(3\nu - 1).$$

Weil die Abweichungen b und c positiv oder negativ sein können, ergeben sich folgende Werthe:

b positiv,	c positiv	$K_1 = b\,(3\nu - 1) + c\,(\nu - 1)$	$K_2 = b\,(\nu - 1) + c\,(3\nu - 1)$
b positiv,	c negativ	$= b\,(3\nu - 1) - c\,(\nu - 1)$	$= b\,(\nu - 1) - c\,(3\nu - 1)$
b negativ,	c negativ	$= - b\,(3\nu - 1) - c\,(\nu - 1)$	$= - b\,(\nu - 1) - c\,(3\nu - 1)$
b negativ,	c positiv	$= - b\,(3\nu - 1) + c\,(\nu - 1)$	$= - b\,(\nu - 1) + c\,(3\nu - 1)$

und im Mittel:

$$K_1 = \sqrt{b^2\,(3\nu - 1)^2 + c^2\,(\nu - 1)^2} \quad \text{und} \quad K_2 = \sqrt{b^2\,(\nu - 1)^2 + c^2\,(3\nu - 1)^2}.$$

Für die Herstellung der Prismen wird man, gleichviel, ob sich Senkrechte mit beiden brechenden Winkeln oder nur mit einem derselben (wie bei dem neuen Prismenkreuze) abstecken lassen, zur Bedingung gedrängt, dass im Mittel $K_1 = K_2 = K$ sein solle; damit werden b und c dem Zahlenwerthe nach einander gleich und man erhält den Mittelwerth von K mit:

$$K = b\sqrt{10\,\nu^2 - 8\,\nu + 2}\,,$$

während für die einzelnen Verbindungen sich nachstehende Grössen ergeben:

$B = 45 + b$,	$C = 45 + b$	$K_1 = 4\,b\nu - 2\,b$	$K_2 = 4\,b\nu - 2\,b$
$B = 45 + b$,	$C = 45 - b$	$= 2\,b\nu$	$= - 2\,b\nu$
$B = 45 - b$,	$C = 45 - b$	$= - 4\,b\nu + 2\,b$	$= - 4\,b\nu + 2\,b$
$B = 45 - b$,	$C = 45 + b$	$= - 2\,b\nu$	$= 2\,b\nu$.

Da unter allen Umständen $\nu > 1$ ist, so folgt, dass jene Form des Prismas, bei welcher die beiden Winkel B und C einander gleich (grösser oder kleiner als 45°) sind, die ungünstigere ist, und dass es am günstigsten wäre, wenn der eine der beiden Winkel $= 45° - b$, der andere $= 45° + b$ und A genau $= 90°$ hergestellt werden könnte.

Die Anwendung des Winkelprismas erfolgt zumeist so, dass die Hypotenusenfläche nahezu parallel zu einem Schenkel des abzusteckenden rechten Winkels, also $\alpha = 45°$ ist und unter dieser Voraussetzung findet man, den Brechungskoefficienten für Kronglas $n = 1{,}534$ gesetzt, $\nu = 1{,}92$ und ferner:

den Mittelwerth $K \ldots = b\sqrt{23,66} = 4,86\,b$,
und den grössten Werth $K \ldots = 5,70\,b$.

Die untersuchten Winkelprismen No. 1, 2 und 3 besitzen die konstanten Fehler 7,4′, 3,6′ und — 1,9′ (es wurde bei jedem Prisma stets derselbe brechende Winkel benutzt) und diese zeigen wohl zur Genüge, dass die Herstellung der Prismen mitunter Manches zu wünschen übrig lässt; die Möglichkeit, die Prismen genauer zu schleifen, ist ja thatsächlich vorhanden und es sind wohl nur Rücksichten auf den Preis, welche die geringere Genauigkeit nach sich ziehen.

Es bedarf aber gewiss keines weitläufigen Beweises, um zu dem Schlusse zu gelangen, dass bei solchen Instrumenten, welche zu den unentbehrlichsten Hilfsmitteln des Ingenieurs und Geometers gehören, das Sparen auf Kosten der Genauigkeit nicht am richtigen Platze ist; insbesondere dürfte es aber das kleine, handsame und bequemste Instrument zum Abstecken von rechten Winkeln sein, für welches die grösstmöglichste Genauigkeit der Herstellung mit Recht gefordert werden muss. Um in dieser Hinsicht einen Anhaltspunkt zu gewinnen, dürfte es gewiss nicht unberechtigt sein, zu beanspruchen, dass der konstante Fehler nicht grösser als der unter günstigen Umständen zu befürchtende mittlere Fehler für die grösste in der Praxis vorkommende Länge (etwa 40 *m*) einer Senkrechten d. h. nicht grösser als 1′ sein dürfe und damit erhält man für $\alpha = 45°$ den zulässigen Fehler b:

aus dem Mittelwerthe $K \ldots : b = 12''$,
aus dem grössten Werthe $K \ldots : b = 10''$.

Nach einer Mittheilung der Herren Starke & Kammerer ist es nun möglich, ohne den Preis übermässig erhöhen zu müssen, die Winkel der Prismen auf 5 bis 10″ genau zu schleifen; benutzt man den Fehler von 10″ zur Auswerthung von K, so erhält man dafür den

Mittelwerth $= 48,6''$,
grössten Werth $= 57,0''$.

Obgleich, wie schon erwähnt, zumeist der Einfallswinkel nahe = 45° ist, so soll doch auch für einen Winkel $\alpha = 60°$, welcher ziemlich als äusserste Grenze angesehen werden darf, der Werth von K angegeben werden und zwar beträgt

der Mittelwerth $\ldots = 6,76\,b = 67,6''$,
der grösste Werth $. = 8,12\,b = 81,2''$.

Werden also die beiden Winkel an der Hypotenuse mit einer Genauigkeit von 10″ geschliffen, so erreicht im ungünstigsten Falle ($B = C = 45° \pm 10''$, $A = 90 \mp 20''$) der konstante Fehler bei $\alpha = 45°$ den Betrag von 57″ und bei $\alpha = 60°$ den Betrag von 1′ 21″; wollte man für den Einfallswinkel 60° im ungünstigsten Falle auch keinen grösseren Fehler als 60″ haben, so müsste $b = 7''$ sein und dies würde die äusserste Genauigkeit vorstellen, welche man berechtigter Weise noch verlangen dürfte.

Indessen kann man sich schon mit $b = 10''$ zufrieden stellen, weil man dann bloss das Prisma so anzuwenden oder einzurichten braucht, dass α nahezu = 45° wird; dass durch Einführung solcher Prismen mit einem die Grösse von 1′ nicht übersteigenden konstanten Fehler[1]), welcher übrigens durch die gewöhnliche Methode der Prüfung gar nicht entdeckt werden kann, ein wesentlicher Fortschritt und eine weitere Verbreitung des Winkelprismas erzielt werden würde, braucht nicht besonders

[1]) Die zulässige Länge der Senkrechten für eine lineare Maximalabweichung von 50 *mm* wird dann unter günstigen Verhältnissen 46 *m*.

hervorgehoben zu werden und es bleibt nur zu wünschen, dass dies sobald als möglich geschehe.

Schliesslich mag noch beigefügt werden, dass die im Vorstehenden mitgetheilten Ergebnisse auch in entsprechender sinngemässer Weise auf Instrumente zum Abstecken von Winkeln von 180° ausgedehnt werden können.

Anmerkung. Im 11. Hefte, Seite 387, Zeile 13 von oben soll es anstatt: „wenn das Auge seinen Ort etwas verändert", heissen: „wenn der Winkelspiegel etwas gedreht wird und weiter auch dann nicht, wenn bei annähernd gleichen Entfernungen der beiden Stäbe das Auge seinen Ort etwas verändert."

Ueber die Prüfung von Aneroiden.

Von
Prof. Dr. **C. Koppe** in Braunschweig.

Im Maihefte des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift macht Herr Direktor Dr. Loewenherz interessante Mittheilungen über die Aufgaben und Arbeiten der ihm unterstellten zweiten (technischen) Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt und bemerkt auf Seite 156: „Ebenso sind Einrichtungen für die Prüfung von Aneroiden bei sehr niederen Drucken getroffen worden; solche Prüfungen wurden bisher in Deutschland nirgends ausgeführt, was von deutschen Forschern und wissenschaftlichen Reisenden schwer empfunden wurde." Hierzu erlaube ich mir zu bemerken, dass ich im Jahre 1882 am hiesigen Polytechnikum eine Prüfungsstation für Aneroide errichtete und mich ein Jahr später in der *Zeitschrift des Hannöver'schen Architekten- und Ingenieur-Vereins* zur Untersuchung von Aneroidbarometern jeder Konstruktion und, ohne der Luftverdünnung eine Grenze zu setzen, bereit erklärte, wovon verschiedene andere Zeitschriften Notiz genommen haben. Im Laufe der letzten sechs Jahre wurde mir in Folge dessen eine grössere Anzahl von Aneroiden zugesandt, doch nicht ein einziges Instrument, welches für eine stärkere Verdünnung als bis auf 400 *mm* Quecksilberdruck eingerichtet war. Bei Weitem die meisten Aneroide erreichten diese Grenze nicht, wobei ich bemerke, dass ich nur Instrumente berücksichtigt habe, welche zu wissenschaftlichen oder technischen Zwecken brauchbar waren.

Es wird sicherlich in den betheiligten Kreisen allerseits mit Freuden begrüsst werden, dass die Physikalisch-Technische Reichsanstalt auch die Prüfung von Aneroidbarometern in ihren Arbeitsplan aufgenommen hat. Ich habe durch eine langjährige Beschäftigung mit diesen Instrumenten die Ueberzeugung gewonnen, dass dieselben noch mancher Verbesserungen fähig sind, dass jedoch nur eine systematisch angelegte und mit entsprechenden Hilfsmitteln längere Zeit durchgeführte Untersuchung zu dem Ziele führen kann, diesen für viele Zwecke so brauchbaren Instrumenten denjenigen Grad der Leistungsfähigkeit zu geben, deren sie fähig sind. Diese Bemerkung bezieht sich in erster Linie auf die Büchsen selbst, denn der Uebertragungsmechanismus kann bei den Naudet'schen, Bohne'schen und Goldschmid'schen Aneroiden das Verlangte leisten, wenn nur die Mechaniker auf seine technische Ausführung die nothwendige Sorgfalt verwenden. Zum Beweise hierfür will ich anführen, dass ich zwei Goldschmid'sche und zwei Bohne'sche Aneroide besitze, welche ich allerdings unter einer grössern Anzahl von mir untersuchter Instrumente ausgewählt habe, bei denen der mittlere Fehler einer Einstellung nur wenige Hundertel eines Millimeters beträgt, und dass diese Instrumente nicht die einzigen sind, welche das gleiche Verhalten zeigten. Die

Fehler der Mikrometerschrauben u. s. w. können vom Beobachter selbst bestimmt werden. Der Mechaniker ist hiernach im Stande, den Mechanismus, welcher zur Messung der Büchsenbewegungen dient, in hinreichender Vollkommenheit und für alle Zwecke ausreichender Genauigkeit herzustellen. Das Gleiche aber, glaube ich, lässt sich in Betreff der Büchsen selbst noch nicht behaupten. Hier ist eine einmalige Prüfung eines Instrumentes, welche das Funktioniren des Uebertragungsmechanismus wohl beurtheilen lässt, von sehr geringem Werthe, wegen der grossen Veränderungen, welche das Verhalten der Büchsen in Folge der „elastischen Nachwirkung" zeigen kann. Geringe Aenderungen in der Zusammensetzung des Metalls, der Dichte und Härte des aus ihm gefertigten Bleches, der Dicke desselben, der Form der Büchsen, der analogen Eigenschaften des Materials, aus welchem die Spannfedern gefertigt sind, haben auf das Verhalten der Büchsen einen bedeutenden Einfluss. Ist das Blech zu weich, so kommt eine aus ihm gefertigte Büchse gar nicht zur Ruhe, die Deckel nähern sich unter dem auf ihnen lastenden Luftdrucke mit der Zeit immer mehr. Ist die Büchse endlich scheinbar in einen Gleichgewichtszustand gekommen, so wird derselbe durch jede grössere Luftdruckänderung wieder aufgehoben und die elastische Nachwirkung beginnt von Neuem. Ein seiner Zeit von Schell untersuchtes neues Aneroid von Arzberger und Starke war ein charakteristisches Beispiel. Ist das Blech zu hart gewalzt, um es möglichst federnd und elastisch zu machen, so bricht es beim Drücken der Büchsendeckel, oder, was noch schlimmer ist, es bekommt feine Risse, durch welche nach dem Auspumpen der Büchsen mit der Zeit soviel Luft in diese eindringt, dass die betreffenden Instrumente unbrauchbar werden. Gelingt es dem Mechaniker, zwischen beiden Extremen, dem zu weichen und dem zu harten Bleche die Mitte zu halten und brauchbares Material zu verwenden, so weist dieses in seinen Eigenschaften noch solche Verschiedenheiten auf, dass aus benachbarten Stücken ein und desselben Bleches verfertigte Büchsen ein ganz ungleiches Verhalten zeigen können. Ich suchte mir z. B. seiner Zeit zwei unter den nämlichen äusseren Umständen gefertigte, vorzügliche Goldschmid'sche Aneroide aus, welche in den ersten Monaten für die Skalenkorrektion sowie für die Temperaturkorrektion nach dreimaliger Untersuchung fast genau dieselben Werthe verlangten. Nach einem Jahre begann das eine Aneroid ohne erkennbare äussere Veranlassung sich zu ändern, während das andere ganz unverändert blieb, und diese Aenderung, welche namentlich den Temperatureinfluss gänzlich umgestaltet hat, dauert nun bereits seit sechs Jahren fort, wenn auch in immer geringer werdendem Maasse. Der Mechaniker wird im Allgemeinen kaum dazu kommen, Jahre lang fortgesetzte Studien an den gleichen Instrumenten in hinreichend grosser Zahl mit entsprechender Veränderung der Büchsen, Federn u. s. w. anzustellen, um den Grund des verschiedenartigen Verhaltens zu finden und zu beseitigen. Hier ist ein reiches Feld der Beobachtung offen, auf dem der Einzelne nur Bruchstücke beibringen kann, im Vergleiche zur Leistungsfähigkeit eines Institutes wie die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Einen geringen Beitrag zur Lösung der bezüglichen Fragen glaube ich durch die folgende Beschreibung der Apparate zu geben, welche ich zur Prüfung von Aneroidbarometern benutze, sowie durch Mittheilung einiger vergleichenden Resultate, sowie Schlussfolgerungen, zu denen sie geführt haben.

In Fig. 1 ist G ein starkwandiges, gusseisernes Gefäss, welches durch den Deckel D, in den eine sehr dicke Spiegelglasscheibe eingesetzt ist, mittels der

acht Schraubenmuttern *s* luftdicht verschlossen werden kann. Zur Dichtung wird zwischen Deckel und Gefäss ein dicker Kautschukring gelegt. Die Schraubenmuttern müssen kräftig angezogen werden; vier derselben genügten nicht zum luftdichten Abschlusse bei Luftverdichtungen. In die Decke des Gefässes sind zwei Stopfbüchsen *P* eingefügt, vermittels derer durch Zahnradübertragung die in das Gefäss eingesetzten Aneroide mit Hilfe eines aufgeklemmten Hilfsarmes von aussen eingestellt, gedreht und erschüttert werden können. Die Figur zeigt ein zur Prüfung eingesetztes, Goldschmid'sches Aneroid; ein zweites solches Instrument kann gleichzeitig rechts neben dem ersteren eingesetzt und geprüft werden. Zum Ablesen dienen kleine Mikroskope, welche vor das geschlossene Gefäss in passender Höhe aufgestellt werden. Die Einstellung und Ablesung geschieht mit gleicher Sicherheit, wie bei dem gewöhnlichen Gebrauche der Aneroide. Die Untersatzplatte, auf welcher die zwei Goldschmid'schen Aneroide befestigt werden, kann herausgenommen und statt ihrer eine andere Platte zur Prüfung von Zeigeraneroiden eingesetzt werden. Die Drehung des Zeigeraneroides, welches auf einer gezahnten und drehbaren Unterlagsscheibe befestigt ist, wird vermittelt durch ein kleines Trieb, in welches nach dem Einsetzen in das Gefäss das am untern Ende der Stopfbüchsenstange angebrachte Zahnrad eingreift. Bei der Drehung erfährt das Aneroid, bezw. die gezahnte Scheibe, auf welcher es befestigt ist, zugleich durch einen kleinen Hammer in kurzen Pausen aufeinanderfolgende Erschütterungen, damit die Trägheit bei der Zeigereinstellung überwunden wird. Die Ablesung der Zeigeraneroide erfolgt ebenfalls von vorn durch die Glasscheibe, nachdem das Aneroid so gedreht wurde, dass der Zeiger senkrecht zur Glasscheibe steht. Diese Art der Ablesung gewährt eine sicherere Vermeidung der Parallaxe als die Ablesung von oben. Auf derselben Unterlagsscheibe können grosse und kleine Aneroide befestigt, auch können die Instrumente in jeder beliebigen Lage beobachtet werden. Die Beleuchtung wird je nach Bedürfniss durch Reflektoren verstärkt. Für die unmittelbare Vergleichung dient ein Gefässbarometer mit 12 *mm* weitem Rohre. Die wegen des Steigens des Quecksilbers im Gefässe bei sinkender Quecksilbersäule nothwendige Korrektion ergiebt sich aus dem Gefäss- und Röhrendurchmesser. Als Stand- und Normalbarometer dient ein daneben hängendes Gefässbarometer. Die Verdünnung, bezw. Verdichtung der Luft geschieht mittels einer kleinen Luftpumpe, welche durch starke Gummischläuche *L*, *T*, *R*, mit dem Gefässe, dem Vergleichsbarometer und einem Luftreservoir verbunden ist. Die Gummischläuche sind sehr dickwandig, um eine starke Luftverdünnung vertragen zu können. Zur Sicherheit gegen Zusammenpressen werden ausserdem noch enggewundene Drahtspiralen in dieselben gelegt. Durch den Vierwegehahn *H* können

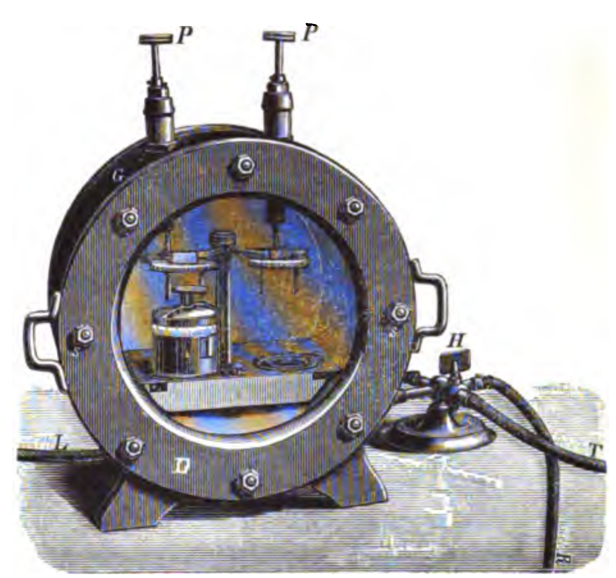


Fig. 1.

nach Bedürfniss das Gefässbarometer, das Reservoir oder beide ausgeschaltet werden. Dies ist zur Schonung des Quecksilberbarometers geboten, wenn man Aneroide starken Druckänderungen aussetzen will, um Spannungserscheinungen bei den Büchsen zu beseitigen, ferner wenn bei Zeiger-Aneroiden die Kette nicht ganz frei beweglich ist, u. s. w. Man sollte bei jedem Zeigeraneroide, bevor man zu einer Vergleichung desselben mit dem Quecksilberbarometer schreitet, den Zeiger einige Male die ganze Skale durchlaufen lassen, und dabei Acht geben, ob die Bewegung des Zeigers bei ganz langsam zuströmender Luft ohne irgend eine sprungweise Aenderung geschieht. Zeigt sich ein ruckweises Fortschreiten an irgend einer Stelle, so funktionirt der Uebertragungsmechanismus des Aneroides nicht richtig. —

Zur Beobachtung des Temperatureinflusses auf die Aneroide benutze ich einen Kasten aus Eisenblech von 80 *cm* Länge, 60 *cm* Breite und 35 *cm* Höhe. In ihm befindet sich ein zweiter Kasten aus Zinkblech, innen mit Holz ausgelegt und oben mit einem Glasdeckel geschlossen. Der innere Kasten ist soviel kleiner als der äussere, dass zwischen beiden überall ein Abstand von 10 *cm* bleibt, der mit Wasser, bezw. Eis ausgefüllt wird. Zwei Gasbrenner dienen zum Erwärmen des Ganzen, und wenn man den obern Theil noch mit einem schlechten Wärmeleiter, einer wollenen Decke oder dergl., zudeckt, ist es leicht, durch passende Regulirung des Brenners eine bestimmte Temperatur beliebig lange konstant zu erhalten. Die Untersuchung der Aneroide bei höheren Temperaturen als die Lufttemperatur ist hiermit leicht und sicher auszuführen. Zur Untersuchung bei tieferen Temperaturen eignet sich nur der Winter. Bei allen Versuchen, im Sommer künstlich tiefe Temperaturen zu erzeugen und zu benutzen, wirkt das Beschlagen der Aneroide, welches sich nur schwer ganz vermeiden lässt, sehr störend auf die Untersuchung ein.

Mit den vorstehend beschriebenen Apparaten habe ich im Laufe der Jahre mehrere hundert Aneroide geprüft und sie zu solchen Untersuchungen ganz geeignet gefunden. Die Resultate sind in grossen Zügen folgende. Keiner der drei Fabrikanten, Naudet, Bohne, Goldschmid, bezw. ihre Nachfolger, haben ein gleichmässiges Fabrikat geliefert. Bei allen dreien kommen gute und minder gute Instrumente vor. Das gleichmässigste Fabrikat hat Naudet geliefert, und ein vollständig unbrauchbares Naudet'sches Aneroid ist mir nicht vorgekommen. In Betreff der Leistungsfähigkeit steht am höchsten das Goldschmid'sche Aneroid, namentlich wenn man die Transportfähigkeit berücksichtigt.

Bei allen Zeigeraneroiden nimmt die Sicherheit der Einstellung bei wiederholtem Transporte und Gebrauche mehr und mehr ab, vornehmlich weil die Kette an Beweglichkeit einbüsst. Von diesem Uebelstande ist das Goldschmid'sche Aneroid ganz frei. Sein Mechanismus bleibt gut, wenn er gut behandelt wird. Bohne kann gute Instrumente liefern, seine Temperaturkompensation ist sehr wirksam und erhöht den Werth seiner Aneroide. Diese sind aber ungleich in ihrer Güte, und dasselbe gilt in noch stärkerem Maasse von den Goldschmid'schen Aneroiden. Allen guten Aneroiden gemeinsam ist, dass sie Luftdruckschwankungen von 200 *mm* gut zu folgen und innerhalb dieser Grenzen für mancherlei, namentlich technische Zwecke sehr brauchbare Resultate zu liefern im Stande sind. Ueberschreitet die Luftverdünnung 500 *mm* Quecksilberdruck, so macht die elastische Nachwirkung die Angaben der Aneroide bereits unsicher und bei weiterer Luftverdünnung steigt diese Unsicherheit in ganz unverhältnissmässig raschem Maasse. Die Aufgabe, welche sich die Physikalisch-Technische Reichsanstalt gestellt hat, Aneroide bei sehr geringen Drucken zu prüfen, ist eine ebenso schwierige wie dankenswerthe, letzteres schon

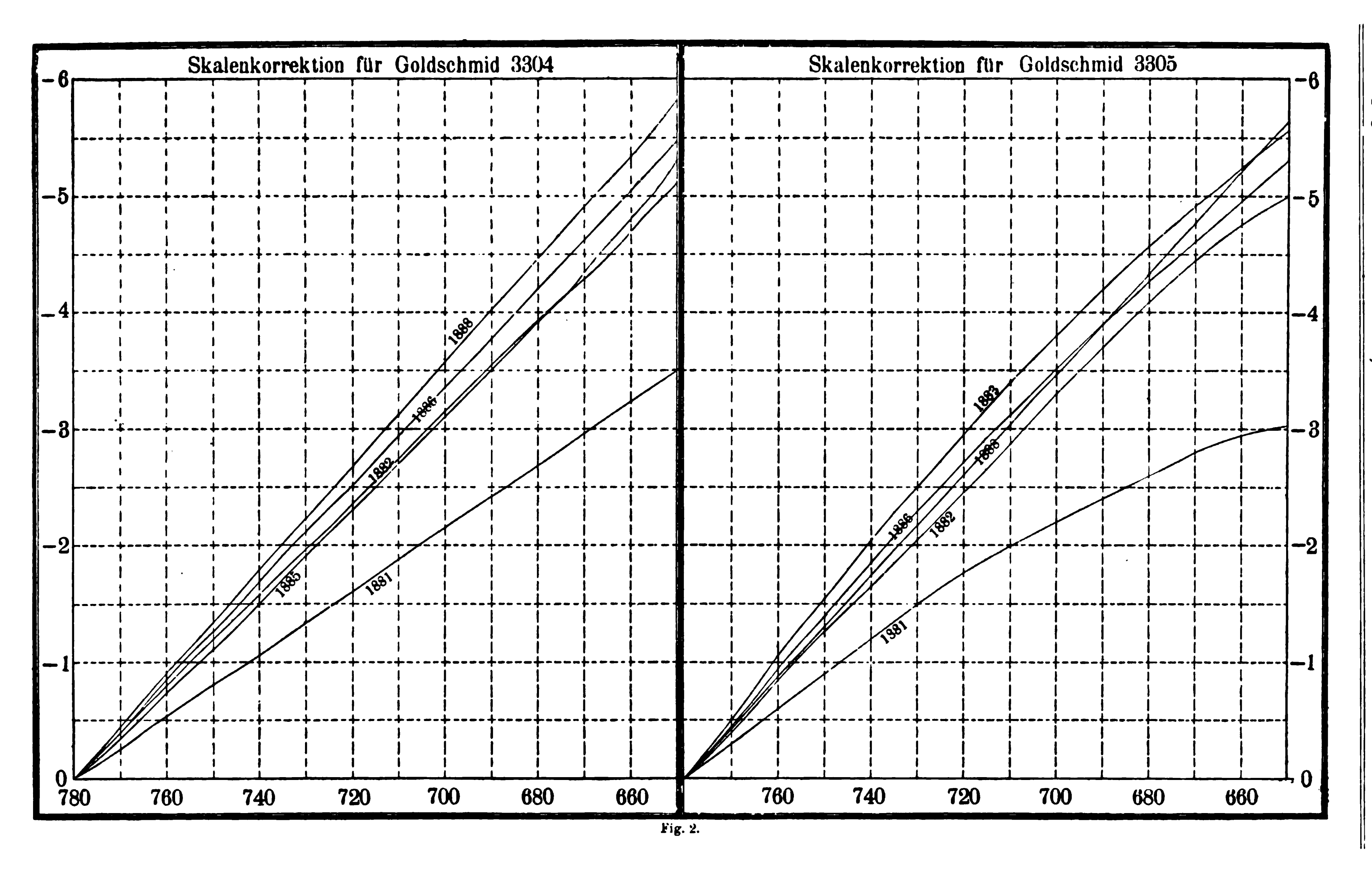

Skalenkorrektion für Goldschmid 3304
Skalenkorrektion für Goldschmid 3305
0
−1
−2
−3
−4
−5
−6
780
760
740
720
700
680
660
1881
1882
1883
1885
1886
1888

Fig. 2.

aus dem Grunde, weil sie wissenschaftliche Reisende davor bewahren kann, neue und zu wenig geprüfte Instrumente mitzunehmen. Der Erfolg ist in der Regel

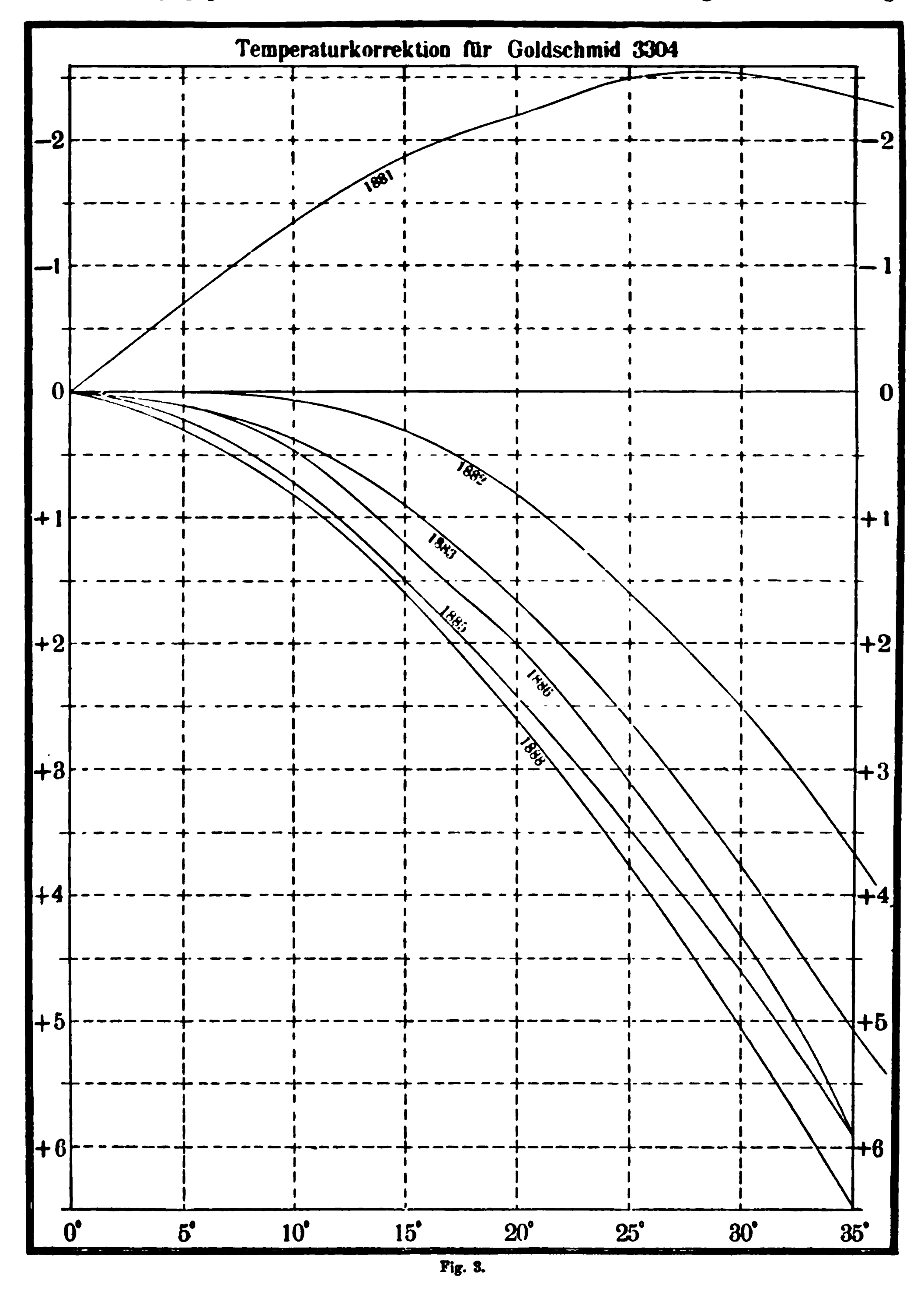


Fig. 3.

dann der, dass die Instrumente sich ganz verändern. Es bleibt nichts anderes übrig, als die Aenderungen nachträglich mehr oder weniger willkürlich zu vertheilen und so ein „schätzbares Material“ von sehr zweifelhaftem Werthe zu schaffen, wenn

nicht vorgezogen wird, es ganz zu verwerfen und alle auf Sammlung desselben verwendete Mühe als vergeblich zu betrachten. Aneroide, welche bei Besteigung hoher Berge u. s. w. benutzt werden sollen, verlangen eine sehr eingehende und mindestens über ein Jahr nach ihrer Anfertigung bei entsprechenden Luftverdünnungen ausgedehnte Prüfung, um über die namentlich im Anfange und bei

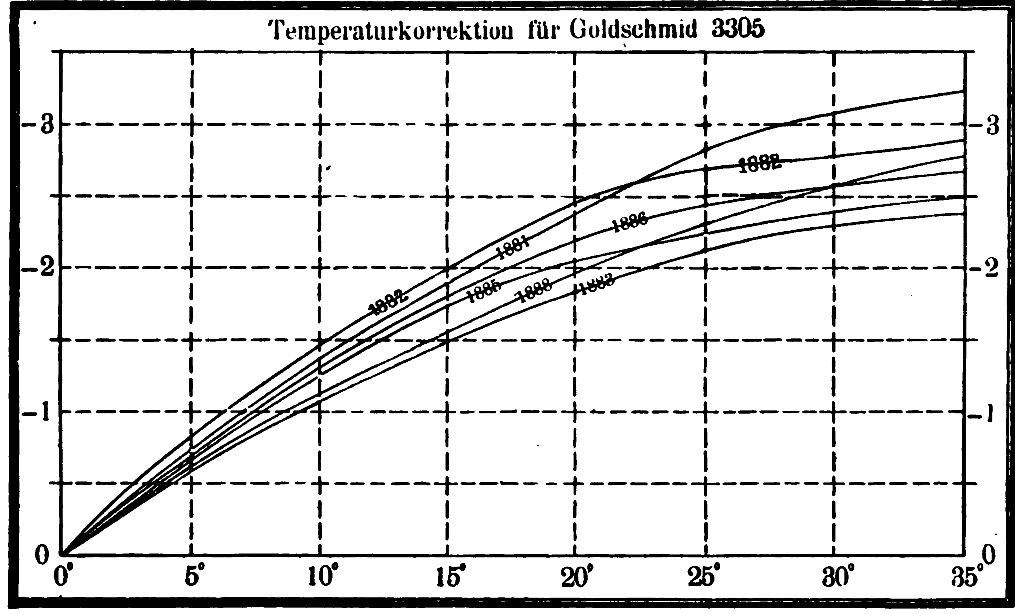


Fig. 4.

starken Luftverdünnungen eintretenden Veränderungen der Instrumente einige Sicherheit zu erhalten. Wie nothwendig das ist, leuchtet noch mehr ein, wenn man die schon bei geringen Luftdruckschwankungen bei neuen Instrumenten vorkommenden Veränderungen berücksichtigt, über welche ich in der *Deutschen Bauzeitung* vor zwei Jahren eingehender berichtet habe. Die rheinische Eisenbahn sandte mir seit sechs Jahren jährlich 20 Aneroide zur Prüfung zu. Die wiederholte Untersuchung des Verhaltens dieser fortwährend im praktischen Gebrauche befindlichen Instrumente war mir sehr interessant. Um den Charakter der von den verschiedenen Fabrikanten angefertigten Instrumente und die Veränderungen derselben auschaulich zu machen, liess ich für die hiesige geodätische Sammlung die Skalen und die Temperaturkorrektion für eine Anzahl Aneroide und die Jahre 1882 bis 1888 innerhalb der Grenzen, in welchen die Instrumente gebraucht werden, in grösserem Maassstabe graphisch auftragen. Wären die Skalenkorrektion und der Temperatureinfluss Null, so würden alle Kurven horizontale gerade Linien werden. Steigt die Kurve für die Skalenkorrektion, so ist das Aneroid unempfindlicher, fällt sie, so ist es empfindlicher als das Quecksilberbarometer. Beim Uebergange vom Steigen zum Fallen und umgekehrt findet ein entsprechender Wechsel im Verhalten des Aneroides statt. Die graphische Darstellung erlaubt mit einem Blicke das sehr verschiedenartige Verhalten der Aneroide zu übersehen und zeigt zugleich die Veränderungen, welche die Kurven mit der Zeit erleiden. Als Beispiele theile ich (Fig. 2, 3, 4, S. 423, 424 und 425) die Kurven der Skalen und Temperaturkorrektionen der Goldschmid'schen Aneroide 3304 und 3305 mit; dies sind die beiden Aneroide, welche ich mir vor sieben Jahren für das hiesige Polytechnikum aussuchte und die ganz vorzüglich gearbeitet sind. Wie ich

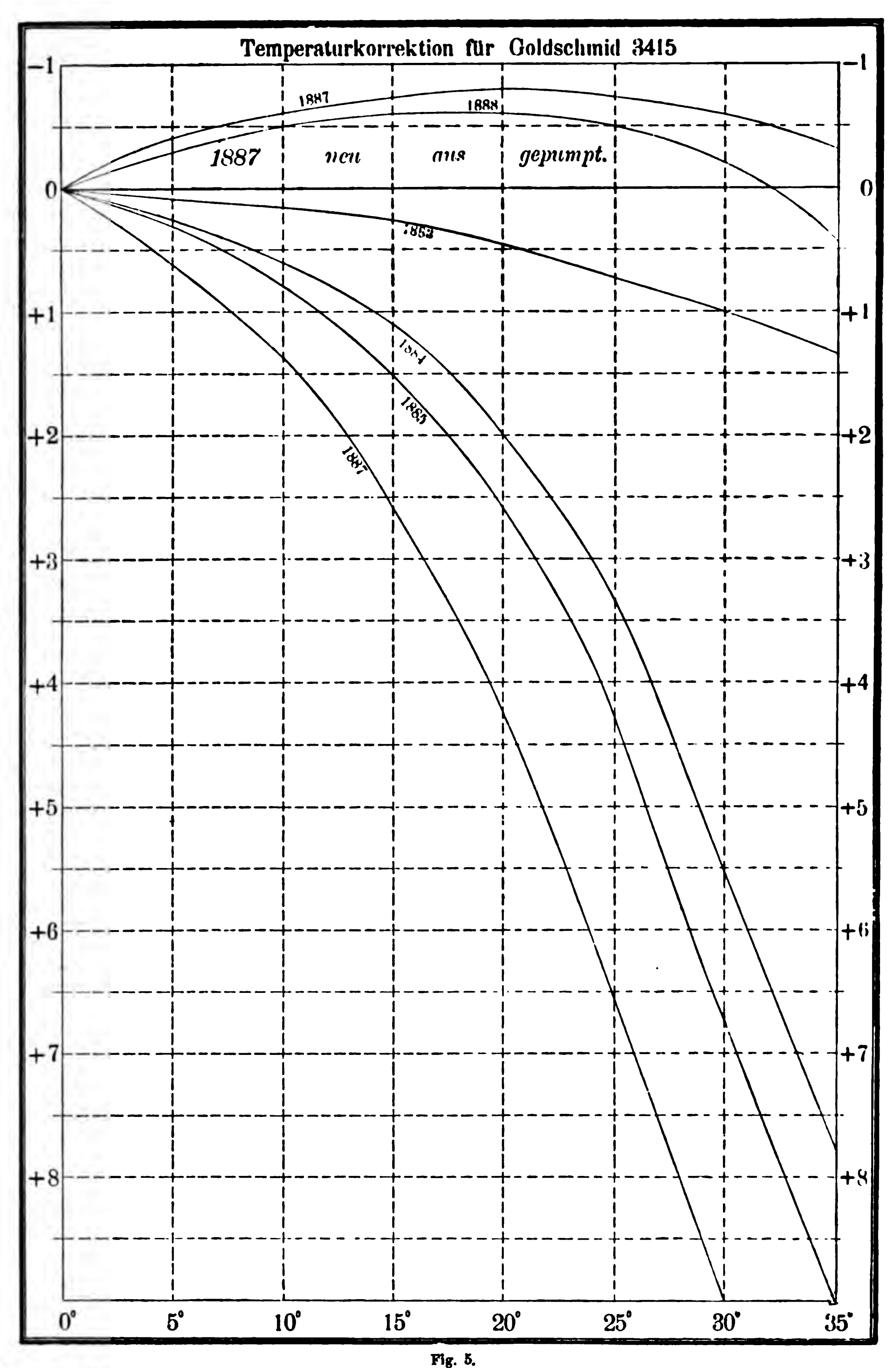


Fig. 5.

bereits früher bemerkte, waren die Verbesserungen, welche beide Aneroide für die Skalenablesung und den Temperatureinfluss verlangten, zu Anfang ganz gleich. In

Betreff der Skalenkorrektion haben sich beide nahe gleichmässig geändert, so dass sie auch jetzt nur geringe Verschiedenheiten zeigen. In Bezug auf die Aenderung der Temperaturkorrektion zeigten die Instrumente aber ein durchaus verschiedenartiges Verhalten.

Ein Beispiel für auffallend rasche Zunahme des Temperatureinflusses, sowie die Wirkung des neuen Auspumpens der Büchse im Jahre 1887 zeigt 3415 (Fig. 5 S. 426). Es liegt zunächst der Gedanke nahe, dass Luft in die Büchse eingedrungen ist. Dann müsste sie sich aber gewaltig aufgebläht haben, denn die Zunahme der Spannkraft der Luft beträgt für 1 Grad etwa $^1/_{273}$, also für 27 Grad in runder Zahl 0,1. Es müsste also Luft bis zur Spannung von 70 *mm* Quecksilberdruck bei 0° in die Büchse eingedrungen sein, damit 27° Temperaturzunahme eine Zunahme der Temperaturkorrektion um 7 *mm* Quecksilberdruck veranlassen. Es müsste sich aber dann auch durch entsprechendes Aufblähen der Büchse die Standkorrektion des Aneroides bei 0° um 70 *mm* geändert haben, was durchaus nicht der Fall war.

Neue Büchsen zeigen stets mehr oder weniger starke Veränderungen, in Folge einseitiger Spannungen, welche mit der Zeit sich ausgleichen. Der Mechaniker sucht den Ausgleich zu beschleunigen durch wiederholtes Erwärmen der Büchsen und dadurch, dass er sie geringen Drucken aussetzt. Ich möchte empfehlen, die Büchsen wiederholt ganz luftfrei zu pumpen und, nachdem sie einige Zeit bei starkem Luftdrucke so belassen worden sind, sie wieder zu öffnen. Es ist dieses Verfahren sehr wirksam, und die Büchsen können zugleich gut ausgetrocknet werden, da zurückbleibende Feuchtigkeit den Temperatureinfluss bedeutend erhöht. Sodann habe ich mich seit längerer Zeit mit der Absicht getragen, Büchsen aus anderem Material, z. B. Glas, u. dergl. anfertigen zu lassen und zu prüfen, jedoch seither weder Zeit noch die nöthigen mechanischen Hilfsmittel dazu gefunden. Ich würde mich freuen, wenn Andere im Interesse einer Vervollkommnung der Aneroide aus diesen Mittheilungen einigen Nutzen ziehen könnten.

Polarimeter für cirkular polarisirende Flüssigkeiten.

Von

Fa. Dr. Steeg & Reuter in Homburg v. d. Höhe.

Wir haben neuerdings an unserem bereits seit einer Reihe von Jahren mit Vortheil benutzten Wein-Polarisationsapparate einige Verbesserungen angebracht, welche die Genauigkeit desselben bedeutend erhöhen und die uns daher Veranlassung geben, auf das Instrument an dieser Stelle aufmerksam zu machen.

Der optische Theil des Apparates (Fig. 1) besteht aus zwei Nikols, (dem Polarisator *P* und dem Analysator *A*), einer Doppelplatte *Q* aus rechts- und linksdrehendem Quarze, einem achromatischen Fernrohr *F* und der zur Aufnahme der

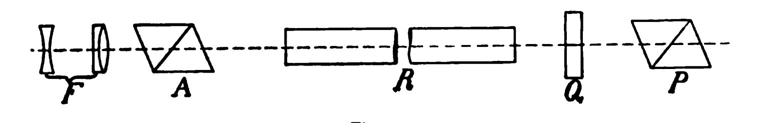


Fig. 1.

zu untersuchenden Flüssigkeit dienenden Röhre *R*. Das Ganze wird von einem Messingrohr umschlossen, auf welchem am Analysator-Ende ein in ganze Grade getheilter Halbkreis befestigt ist, dessen Theilung mit Hilfe eines mit dem Analysator verbundenen Index abgelesen wird. Bei der früheren Anordnung des Apparates

wurde die Untersuchungsröhre von oben in das einschliessende Messingrohr eingelegt; in letzterem waren der Polarisator mit der Quarzplatte, sowie der Analysator mit seinem Index und dem Fernrohr je in einer Hülse von Hand drehbar angebracht, so dass bei Stellung des Analysator-Index auf Null behufs Einstellung des Apparates der Polarisator jedesmal gedreht werden musste. Letzterer Umstand liess es nicht als ausgeschlossen erscheinen, dass die Stellung des Polarisators sich während der Beobachtung veränderte, auch war die Bewegung des Analysatorprismas mittels Hand der Verbesserung fähig. In der neuen Anordnung (Fig. 2) haben wir daher die Einrichtung getroffen, dass das Polarisatorprisma durch ein Schräubchen ein für alle Mal festgestellt wird. Die Untersuchungsröhre wird jetzt am Polarisator-Ende eingeschoben; zu diesem Behufe ist die das Polarisator-Prisma tragende Hülse um ein Charnier drehbar gemacht und kann nach oben geklappt werden. Ist dann die Untersuchungsröhre eingeführt, die Polarisatorhülse wieder niedergedrückt, so ist der Apparat zur Beobachtung eingestellt. Statt der Bewegung des Analysator-Index bezw. Nonius von Hand ist eine feinere Bewegung desselben mittels Mikrometerschraube angebracht; auch ist zur genaueren Ablesung des Nonius eine Lupe hinzugefügt worden.

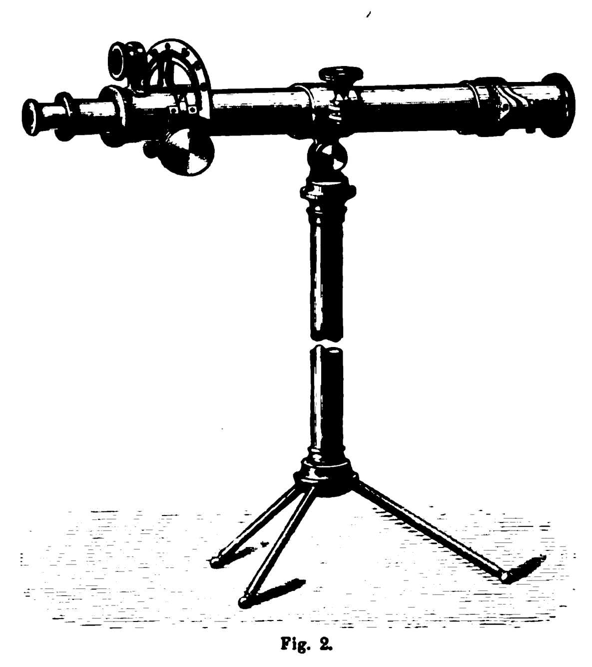


Fig. 2.

Die neue Anordnung des Apparates hat die Genauigkeit desselben, die bei der früheren Einrichtung schon 0,1% betrug, wesentlich erhöht. Das Instrument eignet sich nicht nur zur Wein-Untersuchung, sondern überhaupt zur Untersuchung aller cirkular polarisirenden Flüssigkeiten, wie z. B. zur quantitativen Bestimmung von Harn- und Traubenzucker, sowie zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der verschiedenen Chinaalkaloide, zu welchem Zwecke dem Apparate besondere Tabellen beigegeben werden.

Ueber die Störungen der Libellen.

Von

Dr. F. Mylius.

Die im diesjährigen Augusthefte dieser Zeitschrift Seite 267 unter meinem Namen erschienene Mittheilung „Ueber die Störungen der Libellen", vom 7. Juli 1888, hat Herrn Professor Dr. R. Weber Veranlassung gegeben, mich wiederholt in verschiedenen Zeitschriften[1]) heftig anzugreifen. Herr Weber sieht in meiner Arbeit nichts als einen unberechtigten Eingriff in sein Arbeitsgebiet und macht mir insbesondere den schweren Vorwurf, dass ich wider besseres Wissen seine Mitthei-

---

[1]) *Deutsche Chemikerzeitung, No. 37, S. 289; No. 41, S. 323. Centralzeitung für Optik und Mechanik, S. 253.*

lungen über denselben Gegenstand unberücksichtigt gelassen habe, um ihm in Betreff seiner „Entdeckungen" die Priorität zu rauben. Im Folgenden sei der Sachverhalt kurz beleuchtet.

Die Untersuchung der Störungen in den Libellen ist mir im Oktober 1887 von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt übertragen worden. Nicht ohne einiges Bedenken bin ich an die mir gestellte Aufgabe herangetreten, da von Herrn Dr. Rieth[1]) ein Jahr zuvor eine Abhandlung erschienen war, welche sehr dankenswerthe Vorschläge zur künftigen Vermeidung der Störungen enthielt. Die sonstige Literatur über den Gegenstand erwies sich als sehr spärlich, sie bot insbesondere keine Andeutung dafür, dass Herr Prof. Weber mit einer Untersuchung über Libellen beschäftigt sei; auch aus einer von Herrn Weber im Januar 1888 in No. 3 des „Sprechsaal" mitgetheilten Notiz geht dies keineswegs hervor, dieselbe enthält im Wesentlichen nur ein Referat über die Arbeit von Rieth.

Im Maihefte des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift, welches am Anfang des Mai zur Ausgabe gelangte, wurde auf Seite 155 von Herrn Direktor Dr. Loewenherz unter den Aufgaben der zweiten Abtheilung der Reichsanstalt auch der von mir bearbeitete Gegenstand erwähnt und das Ergebniss meiner Arbeit, soweit dieselbe damals vorlag, in folgenden Worten mitgetheilt: „Die Versuche sind mit vielen verschiedenen Glassorten ausgeführt worden und führten zu dem Schlusse, dass in der Einwirkung des Wassers auf das Glas die Ursache für die Entstehung jener Ausscheidungen zu suchen ist, während der Aether als solcher ohne Einfluss bleibt u. s. w." Dieser Mittheilung war bereits fünf Monate vorher eine ausführlichere Beschreibung meiner Versuche vorangegangen, welche in einem metallographisch vervielfältigten Berichte des Herrn Präsidenten Dr. von Helmholtz vom 17. Januar d. J. den Mitgliedern des Kuratoriums der Reichsanstalt zugesandt und dadurch in weiteren Kreisen bekannt geworden war.

Dass auch Herr Professor Weber durch seine ausgedehnten Forschungen über die Natur des Glases auf eine experimentale Untersuchung über Libellen geführt worden ist, kann Niemand befremden. Die Thatsache aber, dass er mit einer Arbeit über diesen Gegenstand beschäftigt war, gelangte erst durch einen von ihm am 4. Juni im *Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses* gehaltenen Vortrag, also mehrere Wochen nach der Publikation des Herrn Direktor Loewenherz, in die Oeffentlichkeit; etwas später, am 28. Juni, ist der Inhalt dieses Vortrages in No. 26 der Zeitschrift „Sprechsaal" ausführlich mitgetheilt worden.

Aus dem Vorstehenden erhellt, dass das wesentlichste Ergebniss meiner Arbeit, dass nämlich der Wassergehalt des Aethers es ist, welcher durch Korrosion des Glases die Bildung der Ausscheidungen in den Libellen bedingt, veröffentlicht war, ehe Herr Prof. Weber eine Mittheilung über seine Untersuchung gemacht hatte; es erhellt ferner, dass meine Versuche angestellt worden sind, ohne dass ich eine Ahnung davon haben konnte, dass Herr Prof. Weber über denselben Gegenstand arbeitet. Der mir von demselben gemachte Vorwurf eines unberechtigten Eingriffes in sein Arbeitsgebiet wird hierdurch in seinem vollen Umfange hinfällig.

Herr Prof. Weber beklagt sich ferner, dass ich in meiner späteren ausführlichen Abhandlung das Ergebniss seiner Arbeit nur unvollständig mitgetheilt habe. Die Unvollständigkeit erklärt sich einfach durch den Umstand, dass sich diese Mittheilung ausschliesslich auf ein kurzes Referat der „Post"[2]) über den Vortrag im *Verein zur*

[1]) Rieth, *Zeitschr. f. Vermessungsw.*, *16*, *S. 297.* — [2]) Die *Post* vom 21. Juni d. J. bringt folgenden Bericht: „Herr Professor Weber theilte alsdann seine neuesten Untersuchungen über

Beförderung des Gewerbfleisses gründet. Wäre mir die ausführliche Mittheilung im „Sprechsaal“ damals bekannt gewesen, so würde ich begreiflich nicht verfehlt haben, auf die Uebereinstimmung der Beobachtungen des Herrn Weber mit den meinigen näher hinzuweisen. Allein auf den Aufsatz im Sprechsaal bin ich erst von befreundeter Hand aufmerksam gemacht worden, nachdem die Abhandlung bereits gedruckt war.

Aus den hier mitgetheilten Thatsachen werden die Leser dieser Zeitschrift zu der Ueberzeugung gelangen, dass der Wassergehalt des Aethers als Ursache der Abscheidungen in den Libellen von Herrn Weber und mir ganz unabhängig von einander erkannt worden ist, dass aber die Veröffentlichung des Ergebnisses meiner Versuche der Publikation des Herrn Professor Weber über denselben Gegenstand, wenn auch nur um wenige Wochen, vorangegangen ist, und dass mithin zu persönlichen Angriffen, zu denen sich Herr Prof. Weber hat hinreissen lassen, nicht der entfernteste Grund vorlag.

Kleinere (Original-) Mittheilungen.

Die wissenschaftlichen Instrumente und Apparate auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung zu Köln.

Die Erfahrungen mit den früheren, gelegentlich der Naturforscher-Versammlungen ins Leben gerufenen Ausstellungen wissenschaftlicher Instrumente haben die leitenden Kreise zu dem Wunsche geführt, diese Ausstellungen zu einer bleibenden Einrichtung der Naturforscher-Versammlungen zu gestalten. Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass diese Ausstellungen, richtig eingeleitet und entsprechend durchgeführt, einerseits einen lebendigen Mittelpunkt der Naturforscher-Versammlungen bilden, und andererseits den Verkehr zwischen Forschern und Praktikern in ungezwungener Weise vermitteln. Dies kann aber in wirksamer Weise nur dann geschehen, wenn der Präcisionstechnik, dieser so eminent wichtigen Förderin der Wissenschaft, der ihr gebührende Platz innerhalb der Naturforscher-Versammlung gesichert wird, wenn die berufenen Vertreter der technischen Kunst die Einrichtung, Beschickung und Aufstellung der Ausstellungen leiten und wenn in diesen selbst die neuen Konstruktionen und Verbesserungen den betreffenden Fachkreisen demonstrirt werden können. Die ständige Form, welche sich die Naturforscher-Versammlung in ihrer diesjährigen Vereinigung zu Köln gegeben hat, ist vielleicht geeignet, diese Wünsche, die unter den deutschen Mechanikern und Optikern längst laut geworden, zur Verwirklichung zu bringen. Die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat dahin zielende Verhandlungen mit dem Vorstande der Naturforscher-Versammlung eingeleitet und hofft, dieselben zu einem günstigen Abschlusse zu bringen. In der diesjährigen Ausstellung zu Köln wurde das Fehlen einer organisirten Vertretung der Präcisionsmechanik, verstärkt durch örtliche Schwierigkeiten, recht fühlbar. Die Ausstellung trat daher gegen ihre beiden Vorgängerinnen an Reichhaltigkeit und, was dem Ausstellungslokal zur Last gelegt werden muss, an Uebersichtlichkeit zurück. — Die nachfolgenden Notizen sollen einen ungefähren Ueberblick über die auf der Ausstellung vertretenen Erzeugnisse der Präcisionstechnik geben.

Das Gebiet der geodätischen und astronomischen Instrumente war sehr schwach vertreten. O. Fennel in Kassel hatte ein kleines 5-zölliges Universalinstrument für Reisezwecke ausgestellt; die Kreise sind in Drittelgrade getheilt und mit Nonien versehen, welche eine unmittelbare Ablesung von halben Minuten gestatten; die Theilungen

---

die Fehlerquellen der Libellen und die Beseitigung derselben mit. Oft zeigt sich bei den an feinen Messinstrumenten angebrachten Wasserwaagen die Luftblase weniger beweglich; sie adhärirt an feinen punktartigen Gebilden, die an der inneren Rohrwandung haften. Die Versuche des Redners haben ergeben, dass man mit einem mässig harten, immerhin unschwer abzuschmelzenden Glas unter Anwendung von einem guten käuflich zu habenden frischen Aether stets gute Libellen herzustellen im Stande ist.“

sind auf Silber aufgetragen und in der jetzt üblichen Weise durch Verdeckung geschützt und über den Nonien durch Glasplättchen völlig abgeschlossen. — Ein Instrument ähnlicher Art, jedoch von kleineren Dimensionen und etwas abweichenden Einrichtungen, zeigte F. Miller in Innsbruck; mit dem centrischen Fernrohre ist für nivellitische Zwecke eine Libelle fest verbunden; der Obertheil des Instrumentes trägt über dem Fernrohr eine Bussole; der Horizontalkreis ist mit Dosenlibelle versehen; die Theilungen beider Kreise geben ganze Minuten an; das Gewicht des ganzen Instrumentes beträgt einschliesslich des Verpackungskästchens nur 1,5 *kg*. — Von M. Wolz lagen mehrere Theodolite und Nivellirinstrumente von im Allgemeinen üblicher Konstruktion und verschiedener Grösse aus. Interesse boten einige von dieser Firma für Uebungs- und Prüfungszwecke besonders konstruirte Instrumente und Instrumententheile. Ein Repetitionstheodolit mit abnehmbarem Höhenkreis und mit besonderer Einrichtung versehen, um die Repetition ausser Thätigkeit zu setzen, dient zur Vornahme von Justirungsübungen; zu diesem Zwecke haben die Justirschrauben sehr grosse Köpfe, damit direkt mit der Hand justirt und ebenso schnell die Korrektur verstellt werden kann. Ein Theodolit mit ganz roher Einstellung, statt der Linse mit Diopter versehen, eignet sich besonders für die ersten Einstellungsübungen des angehenden Geodäten; den gleichen Zweck verfolgen einige Nivellirinstrumente verschiedener Konstruktion mit rohen Einstellungseinrichtungen; einige Modelle von Theodolit-Untertheilen demonstriren die verschiedenen Axenkonstruktionen; ein Demonstrationsmikroskop endlich vermittelt den Studirenden die Einrichtungen und Wirkungsweise eines zum Ablesen von Theilungen dienenden Mikrometers. — P. Schüll in Bockenheim-Frankfurt a. M. führte eine Sammlung von Okularen und Objektiven vor, darunter ein Objektiv von 40 *mm* freier Oeffnung und 40 *cm* Brennweite, nach Moser's Angaben (vgl. *diese Zeitschr. 1887, S. 225 u. 308*), und ein nach v. Hoegh's Vorschlag (vgl. *diese Zeitschr. 1888, S. 117*) konstruirtes Objektiv, beide letzteren aus Jenaer optischem Glas. — Ein astronomisches Fernrohr, mit $3^1/_2$ zölligem Objektiv aus zwei Linsen, hatte M. Ohlenburger in Wetzlar ausgestellt; dasselbe ist für Himmelsphotographie bestimmt; Angaben über die Konstruktion konnte Ref. leider nicht erhalten.

Unter den physikalischen Messapparaten lagen einige interessante neue Instrumente aus. Fr. Schmidt & Haensch in Berlin hatten ein nach Angaben von Prof. Kundt gebautes Spektrophotometer vorgeführt; bei demselben ist das Objektiv in zwei Hälften zerschnitten, die abwechselnd durch Kreissegmente abgeblendet werden; die Lage der letzteren auf dem betreffenden Objektiv-Halbkreise wird an einem Theilkreise abgelesen und giebt das Kriterium für die Lichtmessung. Ein nach Angabe von Prof. H. Landolt ausgeführtes kleines Kathetometer-Fernrohr soll zur Ablesung von Thermometern dienen; der Fernrohrträger führt sich an einer dreiseitigen prismatischen Säule und kann mittels Justirschrauben, in Verbindung mit einer auf das Fernrohr gesetzten Libelle horizontal gestellt werden; das Fernrohr hat eine grobe Einstellung mittels Zahnstange und Trieb, die Feinstellung geschieht durch eine Mikrometerschraube; zur Ablesung der Unterabtheilung der Skale ist das Okular mit Fadenmikrometer versehen. Die übrigen von derselben Firma ausgestellten Instrumente, Paalzow's optische Bank, Skioptikon mit Zirkonlicht, L. Weber's Photometer, Hämometer nach Fleischl, sind unseren Lesern bekannt. — Dr. H. Krüss in Hamburg zeigte seine in dieser Zeitschrift schon mehrfach erwähnten und eingehend beschriebenen Spektralapparate. — M. Wolz in Bonn hatte Pulfrich's Totalreflektometer und Refraktometer (vgl. *diese Zeitschr. 1887, S. 17, 55, 392; 1888, S. 47*) ausgestellt. Das Goniometer desselben Verfertigers, mit horizontalem Kreise, schliesst sich der Konstruktion von R. Fuess an; ein zweites von Wolz vorgeführtes Goniometer, mit vertikalem Kreise, ist nach Dr. Bodewig konstruirt und mit besonderer Einrichtung versehen, das Licht in spitzem und stumpfem Winkel auffallen zu lassen. — Prof. K. W. Zenger in Prag zeigte mehrere der nach seinen Angaben von Dr. Steeg & Reuter angefertigten Spektroskope. — Die von C. Gerhardt in Bonn verbesserte Geissler'sche Quecksilberluftpumpe hat zur Erzielung eines vollkommen luftdichten Verschlusses Hähne mit luftleerer Kammer; das Stativ ist von Eisen. — Ein Exemplar der Nicol-Sprengel'schen Luftpumpe war von

Fr. Müller (Dr. H. Geissler Nachf.) in Bonn ausgestellt; dieselbe soll sehr rasch arbeiten und bedarf nur einer geringen Quecksilbermenge, etwa 300 *ccm*. Derselbe Verfertiger zeigte auch ein Rowland'sches Diffraktionsgitter; die Theilung befindet sich auf hochfein polirtem Spiegelmetall und es kommen 14438 Linien auf 1 *engl. Zoll*. — W. Apel in Göttingen führte eine Reihe neuer akustischer Apparate vor, ein Phonoskop zur Sichtbarmachung eines Tones von bestimmter Tonhöhe auf grosse Entfernungen hin, ein nach Dr. E. Grimsehl konstruirtes Phonometer zur Messung der Tonstärke, endlich einen Manometer-Apparat zur Demonstration der Lage von Schwingungsknoten und Bäuchen in tönenden Luftsäulen; wir hoffen auf diese Apparate noch zurückkommen zu können.

Mikroskope und deren Hilfseinrichtungen mit allen, vorzugsweise durch Prof. Abbe und C. Zeiss in Jena, eingeführten neuen Einrichtungen versehen, waren seitens der bekannteren Firmen ausgestellt. Es waren vertreten W. und H. Seibert und E. Leitz in Wetzlar, P. Wächter in Berlin, K. Reichert in Wien und C. Zeiss in Jena; der von letzterem ausgestellte Mikroskopirtisch mit Verschlussplatten aus Glasscheiben, zur staubfreien Aufbewahrung der Apparate, dürfte dem Praktiker willkommen sein. Die Mikroskopirlampe von M. Wolz in Bonn, bei welcher von einer kleinen Lampe mittels Totalreflexion eines Glasstabes das Licht unter das Objekt geworfen und dort eine diffuse Beleuchtung erzeugt wird, ist bereits in *dieser Zeitschr. 1888, S. 257*, besprochen worden. (Vgl. auch S. 441 dieses Heftes.) — Der Rotationsobjektivträger mit Klemmvorrichtung, von G. Falter & Sohn in München, kann an jedes Mikroskop angeschraubt werden; durch excentrische Verschiebung gestattet der Apparat ein bequemes Absuchen frisch aufgetragener Objekte. — R. Jung in Heidelberg hatte eine Anzahl von Mikrotomen und Nebenapparaten derselben vorgeführt; neuerdings hat Jung an seinen Mikrotomen die Anordnung getroffen, dass der Schlitten mit dem Messer sich beim Rückgange selbstthätig hebt; die Einrichtung kann jedoch auch nach Belieben ausser Thätigkeit gesetzt werden. — Die neuen Schlittenmikrotome von Aug. Becker in Göttingen gestatten eine Umkehrung der Mikrometerschraube sowohl wie der Bahn. — Eine Anzahl von Mikrotomen zeigte ferner G. Miehe in Hildesheim; ein besonders zu härteren Serienschnitten empfohlenes Exemplar mit schwalbenschwanzförmigem Messerschlitten, der mittels Hebels geführt wird, ist mit neuer stellbarer Einschnappvorrichtung versehen und gestattet Schnittdicken von 5 bis 50 µ. — Von G. Baltzar & E. Zimmermann in Leipzig lagen zwei, nach Angaben von Prof. Ch. J. Minot in Boston konstruirte Mikrotome mit festem Messer und selbstthätiger Vorschiebung des Objektes aus; letztere erfolgt mittels Kurbel; die Schnittdicken variiren von 3 bis 20 µ. — Die mikrophotographischen Apparate waren schwach vertreten. Nur E. Leitz in Wetzlar hatte einen Apparat dieser Gattung, jedoch ohne wesentlich neue Einrichtungen, ausgestellt. Unter den Hilfsmitteln für mikrophotographische Zwecke seien die Laterne für Magnesium-Blitzlicht nach M. Stenglein, von Gebr. Sokol in Berlin ausgeführt, sowie die farbenempfindlichen Trockenplatten von O. Perntz in München erwähnt. — Hier sei auch des Schnellsehers von O. Anschütz in Lissa gedacht (vgl. unseren Bericht über die Wiesbadener Ausstellung, *diese Zeitschr. 1887, S. 431*), den der Erfinder neuerdings zu einem kleinen, handlichen Apparate umgewandelt hat. Derselbe besteht aus einem Cylinder mit drei Reihen von 19, 20 und 21 Schlitzen; der Cylinder, innerhalb dessen je 20 Momentaufnahmen symmetrisch angeordnet sind, in welche das Bild einer Bewegung (z. B. der Galopp eines Pferdes) zerlegt ist, wird durch eine Antriebsvorrichtung in Bewegung gesetzt, welche demselben eine dauernd gleichmässige Umlaufsgeschwindigkeit zu geben gestattet. Die Schlitzreihen mit 19 und 21 Spalten sollen zur Erklärung des stroboskopischen Princips dienen, indem die Bilder, durch die ersteren betrachtet, rückwärts, durch die letzteren betrachtet, vorwärts laufend erscheinen, während, durch die der Bildzahl entsprechenden 20 Schlitze gesehen, die Gegenstände ihre Bewegung auf der Stelle auszuführen scheinen.

Meteorologische Apparate waren in geringer Anzahl vorhanden. Ausgestellt waren Aneroid-Barometer und der Aneroïd-Barograph von O. Bohne in Berlin, Robinson'sche Anemometer mit Registrirvorrichtung von P. Horlacher in Kaiserslautern, Normalthermo-

meter und feine chemische Thermometer aus Jenaer Glas, von C. Gerhardt in Bonn, ferner die schon im Bericht über die Brüsseler Ausstellung (vgl. das vorige Heft dieser Zeitschr. S. 395) erwähnten Instrumente zur Wetterprognose für Laien von W. Lambrecht in Göttingen, sowie O. Immisch's Metallthermometer (vgl. *diese Zeitschr. 1887, S. 430*) von Hoch & Hunzinger in Köln; letztere Instrumente sind jetzt so eingerichtet, dass sie sich nach Belieben als gewöhnliche wie als Maximumthermometer gebrauchen lassen, indem durch leichtes Niederdrücken eines Knopfes der Zeiger bei erreichtem Maximum sofort arretirt werden kann.

Das Gebiet der Waagen für wissenschaftliche Zwecke war gleichfalls schwach vertreten; erwähnt seien die Analysenwaagen von C. Staudinger & Co. Nachf. in Giessen, sowie die von E. Leybold in Köln ausgestellte Rueprecht'sche Demonstrationswaage (vgl. *diese Zeitschr. 1888, S. 401*).

Von Apparaten für Lichtmessung war L. Weber's Photometer durch Fr. Schmidt & Haensch in Berlin, und Grosse's Mischungsphotometer (vgl. *diese Zeitschr. 1888, S. 347*) durch A. Krüss in Hamburg vorgeführt.

Auch elektrische Apparate waren nicht in dem Maasse wie bei den Ausstellungen der beiden früheren Jahre vorhanden. Das Elektrodynamometer von W. Giltay in Delft zur Messung telephonischer Ströme, nach Bellati's Princip konstruirt, ist unseren Lesern bekannt (vgl. *diese Zeitschr. 1887, S. 397*). Weinhold's transportables Spiegelgalvanometer mit Okularskale, von M. Kohl in Chemnitz ausgestellt, ist ein empfindliches Messinstrument zur Bestimmung von Widerständen in Leitungen und Maschinen. — Ziemlich reichhaltig waren, der Natur der Ausstellung gemäss, die elektro-medicinischen Apparate, Galvanometer und Induktionsapparate vertreten und boten, besonders in Bezug auf die elektrische Beleuchtung von inneren Körpertheilen, manches Neue, worauf hier jedoch nicht näher eingegangen werden kann; ausgestellt hatten auf diesem Gebiete R. Blänsdorf Nachf. in Frankfurt a. M., Dr. M. Th. Edelmann in München, Reiniger, Gebbert & Schall in Erlangen, F. E. Klengel in Dresden und W. A. Hirschmann in Berlin.

Aus der Fülle der chemischen Apparate sei erwähnt das Dilatometer zum Messen der Ausdehnung von luftfreien Flüssigkeiten von 0 Grad bis zum Siedepunkte, von Dr. G. Th. Gerlach in Köln; bei demselben wird die Ausdehnung des Glases durch Quecksilber kompensirt, so dass direkt die wahre Ausdehnung der Flüssigkeit ermittelt wird; die Skale hat entweder eine Millimetertheilung oder ist direkt im Verhältniss zu dem Rauminhalt bei 0 Grad des Dilatometerfläschchens, welches nach Abzug der Quecksilbermenge zur Aufnahme der Flüssigkeit bei 0 Grad bleibt, getheilt. — Fr. Lux in Ludwigshafen hatte die neuesten Formen seiner Gaswaage vorgeführt, welche bereits in dem Berichte über die Brüsseler Ausstellung (vgl. das vorige Heft dieser Zeitschr. S. 395) besprochen worden sind.

Demonstrationsapparate der mannigfachsten Art waren von Behörden und Verfertigern vorgeführt worden. Die physikalische Sammlung der landwirthschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf-Bonn hatte einige ihrer von Prof. Dr. Gieseler angegebenen und von Mechaniker H. Büttchenbach ausgeführten Vorrichtungen und Apparate ausgestellt: eine Turbine für den Experimentirtisch, deren Bewegung auf alle Apparate leicht übertragen werden kann, welche schnelle Rotation erfordern, ein Gestell zur bequemen Vorführung elektrischer Lichterscheinungen in luftverdünnten Räumen, sowie einen Apparat zur Bestimmung von Reibungskoëfficienten; einen solchen Apparat bildet ein aus Eisen hergestelltes Gerippe, welches leichte Einstellung einer geneigten oder waagerechten Ebene gestattet; die aneinander gleitenden oder rollenden Flächen bestehen aus beliebigen, rasch auszuwechselnden Materialien. — Prof. Dr. F. Neesen in Berlin zeigte einen von W. Langhoff ausgeführten Apparat zur Demonstration des Gleitens der Walzen auf der Stelle, sowie zur gleichzeitigen Demonstration der gleitenden und rollenden Reibung bestimmt; neu ist bei demselben die Anordnung der Walze mit abwickelbarer Schnur und Gegenfeder. — Von M. Kohl in Chemnitz lag u. A. ein nach Dr. Mühlenbein konstruirter Universalapparat zur Demonstration der Reflexion und Refraktion des Lichtes aus; derselbe ist mit einsetzbaren Halbcylindern von Kron- und Flintglas, sowie mit einem Hohlcylinder für Flüssigkeiten versehen; an der Rückseite kann

ein Spiegel für Reflexionsversuche eingesetzt werden; Glascylinder mit Sinustheilung zur Ablesung der Ablenkung sind vorgesehen. Einen Apparat ähnlicher Art hatte G. Lorenz in Chemnitz ausgestellt, ein Demonstrations-Goniometer zum Nachweis der Gesetze über Reflexion und Refraktion, zur Bestimmung von Prismenwinkeln und Brechungsindices; Linse, Fernrohr, Spaltrohr und Prisma sind beigegeben, um das Goniometer auch als Spektralapparat gebrauchen zu können; eine weithin sichtbare Theilung erlaubt einem grösseren Auditorium, die Darstellung der Erscheinungen messend zu verfolgen. — Die Fadenmodelle nach J. Plassmann, von Mechaniker Lemcke in München angefertigt, Modelle geometrischer Gebilde, sind aus Gummifäden hergestellt, die in jeder Lage durch ihre Elasticität gespannt sind; es lagen zwei Modelle aus, ein hyperbolisches Paraboloïd und ein einfaches Hyperboloïd; jedes Modell lässt sich auseinander nehmen und so nur eine Schaar von Erzeugenden zur Darstellung gebracht werden; für jede Schaar ist nur ein einziger hin- und herlaufender Faden nöthig. — Apparate zur Darstellung der Himmelserscheinungen waren mehrere ausgestellt, L. Deichmann's sogenanntes astronomisches Chronometer, ein Tellurium (*diese Zeitschr. 1888, S. 334*), J. R. Strösser's Uranograph (*diese Zeitschr. 1886, S. 114 u. 431*) und Dr. W. Schmidt's Tellurium.

Die Apparate für medicinische Zwecke endlich, ophthalmologische, physiologische und otologische Hilfsmittel, waren gleichfalls nicht in dem Maasse wie bei den früheren Ausstellungen vertreten. O. H. Meder in Leipzig hatte Schoen's Modell des Akkomodationsmechanismus im menschlichen Auge vorgeführt. Das Modell berücksichtigt die Rolle des Glaskörpers bei dem Vorgange der Akkomodation; den Glaskörper ersetzen zwei federnde Streben, auf welchen das Linsensystem ruht; die Einstellung des Auges für die Nähe wird nicht schematisch angedeutet, sondern kommt auf mechanische Weise wirklich zu Stande. — Die Aortenstrom-Aiche von W. Petzold in Leipzig ist ein Apparat zum selbstthätigen Messen und Markiren der Blutmenge, welche in einer bestimmten Zeit durch die Aorta fliesst; derselbe besteht aus einem grossen zweischenkligen Elektromagneten zum Umschalten der Zu- und Ableitung des Blutes in die Glasgefässe, in welchen je ein Schwimmer beim Aufsteigen einen Kontakt schliesst; hierdurch wird der Doppelmagnet in Bewegung gesetzt, dessen Spiel die Anzahl der Füllungen der Glasgefässe mittels einer Registrireinrichtuug verzeichnet. — Das nach Angaben von Dr. W. Y. Cowl von W. Oehmke in Berlin konstruirte Froschstativ besteht aus einem vertikal verschiebbaren Stativ, das über einem Kugelgelenk eine Saugplatte trägt, mittels deren ein Präparirbrett befestigt wird; letzteres dient zur Befestigung der Versuchsthiere. — Das von F. Manoschek in Wien nach Prof. E. Fleischl verfertigte Spirometer beruht auf dem Princip der nassen Gasuhr; bei jeder Umdrehung der inneren Trommel geht ein bestimmtes Volumen Luft durch; gleichzeitig wird durch eine Zahnradübertragung ein Zeigerwerk in Bewegung gesetzt, welches dieses Quantum anzeigt; der Apparat ist mit einem Manometer, welches den Druck der Ausathmungsluft in Millimetern Wassersäule anzeigt, und mit einem Thermometer versehen. — H. Westien's in Rostock, nach Angaben von Prof. Aubert, Prof. E. Schulze u. A. verfertigten physiologischen Apparate und Hilfsmittel sind unseren Lesern aus früheren Mittheilungen (vgl. *diese Zeitschr. 1884, S. 79; 1885, S. 15 u. 196; 1886, S. 390, 887, 433; 1887, S. 52 u. 295*) bekannt; über einige neuere Instrumente desselben Verfertigers hoffen wir bald Näheres mittheilen zu können. — Prof. Dr. Kessel, Direktor der otologischen Klinik in Jena, hatte einen von G. Gehrcke daselbst gefertigten Hörmesser zur objektiven Darstellung der Hörschärfe vorgeführt; derselbe besteht aus einem Element, einem Induktionsapparat und einem Telephon, welches die im Induktionsapparat entstehenden Töne und Geräusche wiedergiebt; zur Aenderung der Intensität des Telephonschalles dient eine Wassersäule von 100 *cm* Länge, welche vor dem Telephon in den Leitungsdraht eingeschaltet ist; in der Säule befindet sich ein verschiebbarer Metalldraht; zur Bestimmung der Hörschärfe dient eine empirische Tabelle, welche an Schwerhörigen gewonnen worden ist.

Die Leser werden aus den vorstehenden kurzen Notizen ersehen haben, dass die Kölner Ausstellung ihren beiden Vorgängerinnen in Berlin und Wiesbaden gegenüber an

Reichhaltigkeit und an neuen Konstruktionen zurücksteht. Hoffentlich geben die Bemühungen der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, der Präcisionstechnik den ihr gebührenden Platz in der Naturforscher-Versammlung zu erringen, den jährlichen Ausstellungen dieser Versammlungen einen neuen Impuls und verleihen ihnen, wenn sie auch den äusseren Umfang derselben vielleicht etwas einschränken sollten, dafür grösseren inneren Gehalt.

W.

Referate.

Regulirungsvorrichtungen am Uhrwerk eines Aequatoreals.

Von Sir Howard Grubb. *Engineering.* ***46.*** *S. 343.*

Im Septemberhefte des laufenden Jahrgangs dieser Zeitschrift S. 328 berichtete Ref. über die Einrichtungen, welche Grubb bei seinen für die Sternphotographie bestimmten Teleskopen zur Erzielung einer möglichst gleichförmigen Bewegung des Fernrohres in Anwendung bringt. Die folgenden, einem Vortrage Grubb's entnommenen Angaben betreffen zwei weniger vollkommene, aber auch weniger komplicirte Regulirungsvorrichtungen, die gleichsam als Vorläufer der jetzigen Grubb'schen Einrichtung zu betrachten sind. Auch sie erfüllen den Zweck, nicht nur den Gang des Uhrwerks gegebenen Falles zu berichtigen, sondern auch den gewonnenen oder verlorenen Gang wieder auszugleichen, was, wie in dem früheren Referat ausführlicher erörtert, verhindert, dass statt des einfachen ein doppeltes Bild des Sternes auf die Platte kommt.

Bei beiden Methoden steht das regulirende Pendel in keinem mechanischen Zusammenhang mit dem das Fernrohr treibenden Uhrwerke, da die von dem letzteren zu überwindenden bald stärkeren bald geringeren Widerstände eine Rückwirkung auf das Pendel ausüben würden, wodurch die Regulirung natürlich illusorisch gemacht wäre. Es wird vielmehr dem regulirenden Pendel keine andere Arbeit zugemuthet, als dass es alle Sekunden einen elektrischen Strom in das Uhrwerk am Fernrohr schickt.

Bei der ersten Vorrichtung, welche von Dr. Gill am 15-zölligen Aequatoreal in Dun Echt mit gutem Erfolg angewandt wurde, trifft der Strom, wenn das Uhrwerk richtig geht, auf ein ihn weiter leitendes Rädchen. Der Effekt des Stromes besteht in diesem Falle darin, dass von zwei Reibevorrichtungen, welche sich einer rasch rotirenden Scheibe gegenüber befinden, die eine sich an letztere anlegt, die andere aber nicht. Bewegt sich das Uhrwerk zu rasch, so ist das Rädchen, welches vorhin den elektrischen Strom aufnahm, schon vorüber, der Strom läuft in Folge dessen einen andern Weg und bewirkt, dass beide Reibevorrichtungen in Thätigkeit treten, wodurch der Gang des Uhrwerks verlangsamt wird, bis er wieder auf seinen normalen Stand gebracht ist. Geht das Uhrwerk zu langsam, so nimmt der elektrische Strom einen dritten Weg und hebt auch das eine unter normalen Verhältnissen anliegende Reibekissen von der Scheibe ab.

Bei der zweiten Methode, welche von Grubb selbst herrührt, wird das Pendel des Uhrwerks am Fernrohr nicht durch ein sinkendes Gewicht, sondern durch einen elektrischen Strom in Gang erhalten und zwar in übereinstimmendem Gang mit dem Pendel einer guten Uhr. Die Gefahr, dass das Pendel vom Getriebe aus beeinflusst werden möchte, sucht Grubb dadurch zu vermeiden, dass er dem Anker des Echappements eine solche Form giebt, dass die Zähne des Echappementrades auf ihn wirken, wenn das Pendel nahezu in seiner Ruhelage ist. In dem Uhrwerk befindet sich ein Hebelarm, der mit einem auf seinem Ende sitzenden Gewicht in jeder Sekunde eine Bewegung nach oben und unten von seiner mittleren Lage macht. Diese Bewegung wird durch einen schwingenden zweiarmigen Hebel auf ein kleineres, an einer Kette hängendes Gewicht übertragen. Sinkt das grössere Gewicht unter seine mittlere Lage, so steigt das kleinere über die seinige, steigt dagegen das grössere Gewicht über seine mittlere Lage, so legt sich das kleinere während dieser halben Sekunde auf den Rand einer unmittelbar unter ihm rotirenden, mit dem Getriebe in Verbindung stehenden Scheibe auf. Dies ist der normale Fall. Geht das Uhrwerk zu langsam, so nimmt der Arm mit dem grösseren Gewicht eine tiefere mittlere

Lage ein als vorher, das kleine Gewicht demnach eine höhere. Das letztere wird daher während einer Sekunde bei der Auf- und Abbewegung nur etwa $^1/_8$ oder $^1/_4$ Sekunde lang mit der rotirenden Scheibe in Berührung sein. Umgekehrt hat das grössere Gewicht bei zu raschem Gange des Uhrwerks eine höhere mittlere Lage als normal, und das kleine Gewicht verbleibt in Folge dessen während einer Sekunde länger als die Hälfte dieser Zeit auf der Scheibe, bis der richtige Gang wieder hergestellt ist.

Die letztere Vorrichtung soll sich, obwohl sich manches gegen sie anführen lässt, auf dem Dunsink Observatorium gut bewährt haben. *Kn.*

Einfache Vorrichtung, die Temperatur im Paraffinschmelzofen konstant zu erhalten.

Von Dr. E. Sehrwald. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie.* **5.** *S. 331.*

Zur Herstellung von Temperaturen zwischen 40 und 60°, die für längere Zeit konstant gehalten werden sollen, hat Verf. nach dem Modell der Paraffinschmelzöfen der zoologischen Station zu Neapel einen Thermostaten konstruirt, der im Wesentlichen aus einem mit Wasser vollständig gefüllten, allseitig geschlossenen kupfernen Kasten besteht; in den Deckel desselben ist ein doppelt durchbohrter Stopfen eingesetzt, durch welchen ein vermittels Quetschhahn verschliessbares Rohr und ein Y-förmiges Glasrohr gehen. Durch den oberen Schenkel des letzteren wird das Gas zum Brenner geleitet, der unter dem Kasten steht, während an dem unteren Ende des Rohres ein kleines Beutelchen sitzt, welches mit Quecksilber gefüllt ist. Die Quecksilbersäule füllt auch das Y-Rohr bis zum Winkel der Röhre an. Dehnt sich daher beim Erwärmen das Wasser im Kasten aus, so drückt es auf den Beutel und treibt das Quecksilber entsprechend seiner Volumenzunahme empor. Zugleich wird die eigene Ausdehnung des Quecksilbers beim Erwärmen diesen Effekt noch steigern.

Sobald die Quecksilberkuppe aber in den Winkel der beiden schrägen Schenkel hineinragt, wird der Durchgang für das Gas verringert, die Flamme wird kleiner und die Erwärmung und Ausdehnung des Wassers lässt nach, nunmehr kann die Flamme wieder grösser werden und das Spiel beginnt von Neuem. Damit die Flamme auch dann nicht ausgehen kann, wenn durch rasches Steigen des Quecksilbers das Lumen der beiden schrägen Schenkel völlig gefüllt wird, ist in den zuführenden und in den abführenden Gasschlauch nahe am Y-Rohr je eine kleine Glaskanüle bis ins Lumen gestochen und beide durch einen dünnen, kurzen Gummischlauch verbunden.

Das brauchbarste Material zur Herstellung des kleinen Beutelchens soll vegetabilisches Pergament sein, weil es im Wasser völlig weich wird und doch einen ausreichenden Grad von Festigkeit besitzt, während Gummi zu leicht vom warmen Wasser angegriffen wird und Leder schrumpft.

Um den Apparat für eine bestimmte Temperatur einzustellen, füllt man das Quecksilber in dem Y-Rohr so weit, dass dessen Lumen fast vollständig damit verlegt wird. Beim Einsetzen des Stopfens in den mit kaltem Wasser gefüllten Kasten tritt das verdrängte Wasser durch die offene Glasröhre in einen mittels Kautschukschlauch auf diese gesetzten Trichter. Sobald die erwünschte Temperatur erreicht ist, verschliesst man den Gummischlauch mit einer Klemme und damit beginnt auch schon die Selbstthätigkeit des Apparates. Soll die Temperatur erhöht werden, so öffnet man die Klemme, lässt das Wasser die gewünschte Temperatur annehmen und schliesst dann wieder; soll die Temperatur sinken, so öffnet man die Klemme, entfernt die Flamme und schliesst erst wieder das Trichterrohr, wenn die gewünschte Temperatur erreicht ist.

Der Apparat soll sich sicher auf jede Temperatur einstellen und innerhalb engerer Grenzen als eines Grades konstant erhalten lassen. *J. S.*

Vergleichende Verifikation zweier Anemometer in Hamburg und St. Petersburg.

Von W. Dubinsky. *Repert. f. Meteorologie, XI. No. 7.*

Das physikalische Central-Observatorium in St. Petersburg ist in den Besitz zweier Robinson'schen Anemometer gekommen, welche kurz zuvor an der Deutschen Seewarte

zu Hamburg mittels des im Lichthofe der Seewarte aufgestellten Combes'schen Rotationsapparates untersucht worden waren. Das Ergebniss der Untersuchung war in Form einer vollständigen Kopie des Beobachtungsjournals den Anemometern beigegeben, so dass die Prüfung in allen Einzelheiten daraus ersehen werden, und die Berechnung der Konstanten in der in Petersburg üblichen Weise geschehen konnte. Da der Combes'sche Apparat auch im Petersburger Observatorium benutzt wird, so wurde diese Gelegenheit ergriffen, um zu untersuchen, bis zu welchem Grade die durch zwei Apparate dieser Art gewonnenen Resultate übereinstimmen. Die betreffenden beiden kleinen Anemometer waren von Horlacher in Kaiserslautern konstruirt und trugen die Nummern 74 und 75; die beabsichtigten Dimensionen sind: 20 *mm* für den Radius der Kugelschalen, und 50 *mm* für den Abstand der Schalenmitten vom Drehungspunkte (für No. 74 nach genauer Messung: 20,18 bezw. 49,90 *mm*). Die Registrirung geschieht durch elektrische Kontakte nach je 100 Umdrehungen.

Die Combes'schen Apparate werden sowohl zu Hamburg als auch in Petersburg durch Gasmotoren getrieben; die Räume sind an beiden Orten quadratisch, jedoch hat derjenige in Hamburg nur zwei (einander gegenüberstehende) ganz ausgefüllte Wände, und ist nicht unwesentlich grösser (Seitenlänge 10, Höhe etwa 10 *m*, gegen etwa 8,3 und 7,4 *m* in Petersburg).

Die Entfernung der Anemometeraxe von der Drehungsaxe des Combes'schen Apparates betrug in Hamburg 3,843 *m*, in Petersburg 3,316 *m*. An beiden Orten liess man den Apparat sowohl im Sinne *N-O-S-W*, als auch *N-W-S-O* rotiren, weil das Anemometer sich schneller bewegt, wenn die Oeffnung der Schale in grösserem Abstande von der Rotationsaxe vorangeht, als wenn dieses mit dem Rücken der Fall ist.

Für das Anemometer No. 74 lassen wir die Hauptergebnisse hier folgen:

Hamburg				St. Petersburg			
Bewegungsrichtung *N-O-S-W*.							
V	*C*	*M*	*M/V*	*V*	*C*	*M*	*M/V*
3,59	2,56	—	—	10,32	9,01	—	—
21,52	19,98	1,73	0,080	22,24	20,51	1,76	0,079
22,77	21,00	1,98	0,087	43,15	41,70	2,60	0,060
42,28	40,06	3,28	0,078	62,17	61,29	4,60	0,073
41,90	39,87	3,38	0,081	64,68	63,58	4,73	0,073
57,37	55,51	4,25	0,084	77,34	78,60	5,27	0,068
		Mittel	0,082			Mittel	0,071
Bewegungsrichtung *N-W-S-O*.							
3,12	2,34	—	—	10,33	9,81	—	—
21,71	21,19	1,51	0,070	21,89	21,86	—	—
21,73	21,36	1,63	0,075	42,98	44,13	3,29	0,077
42,27	42,78	3,71	0,088	62,05	64,60	3,79	0,061
42,06	42,35	3,10	0,074	64,05	66,59	4,68	0,073
56,76	57,79	—	—	71,65	75,45	5,14	0,071
		Mittel	0,076			Mittel	0,072

Hierin bedeuten: *V* die in Kilometern pro Stunde ausgedrückte Geschwindigkeit der Anemometeraxe, *C* die Anzahl der in einer Stunde vom Anemometer registrirten Kontakte, *M* die Grösse des Mitwindes, ebenfalls in Kilometern pro Stunde.

Die Bestimmung des Mitwindes geschah in beiden Fällen mit Hilfe kleiner Flügelanemometer, welche so angebracht sind, dass das zu prüfende Schalenkreuz sich unter denselben fortbewegt, und zwar in einer Entfernung von wenigen Centimetern. Die korrekte Bestimmung des Mitwindes hat bei der in Rede stehenden Prüfungsart der Anemometer die grössten Schwierigkeiten verursacht; Dohrandt erkannte mit Hilfe kleiner Ballons, dass die Mitwindanemometer zu grosse Zahlen geben, wenn sie ausserhalb des in Prüfung befindlichen Anemometers aufgestellt werden, weil auch noch die hinausgeschleuderte Lr

dazu beiträgt, sie zu bewegen. Verf. begründet eingehend seine Ueberzeugung, dass bei der gegenwärtig in Hamburg und St. Petersburg angewandten Aufstellungsart des Mitwind-anemometers eine korrekte Messung des Mitwindes stattfindet.

Ist dieses der Fall, so bestätigen die obigen Ergebnisse in evidenter Weise die Dohrandt'sche Annahme, dass der Mitwind der Rotationsgeschwindigkeit des Combes'schen Apparates proportional sei. Für die Berechnung der Prüfungsergebnisse ist dieses wichtig, insofern man sich dabei zunächst um den Mitwind gar nicht zu kümmern braucht, sondern nur nöthig hat, für jede Prüfung den wahrscheinlichsten Werth des Verhältnisses $M/_V$ festzustellen.

Die Berechnung der Konstanten α, β, γ und α', β' in den Formeln

$$V = \alpha + \beta C + \gamma C_1^2 \quad \text{und} \quad V = \alpha' + \beta' C$$

geschah nicht für jede der beiden Rotationsrichtungen einzeln, sondern nur einmal, nachdem mit Hilfe graphischer Darstellungen von V und C die Mittelwerthe aus entsprechenden Werthen von C gebildet worden waren.

Für das Anemometer No. 74 ergaben sich hierbei schliesslich folgende Werthe der Konstanten:

	α	β	γ	α'	β'
I. Ohne Rücksicht auf den Mitwind.					
In Hamburg:	0,821	1,01762	— 0,000532	1,111	0,9855
In St. Petersburg:	1,037	0,99277	— 0,000276	1,361	0,9707
II. Mit Berücksichtigung des Mitwindes.					
In Hamburg:	0,759	0,94028	— 0,000492	1,027	0,9166
In St. Petersburg:	0,961	0,92032	— 0,000256	1,262	0,8990

Der Mitwind ist hierbei in Hamburg mit 7,6 %, in St. Petersburg mit 7,3 % in Rechnung gebracht worden.

Der hohe Grad der Uebereinstimmung in den an beiden Orten gewonnenen Resultaten geht aus diesen Werthen der Konstanten nicht mit solcher Deutlichkeit hervor, wie aus der folgenden kleinen Tabelle, in welcher die damit berechneten Werthe von V (ohne Abzug des Mitwindes) zusammengestellt sind:

Anzahl der Kontakte.	Hamburg.	St. Petersburg.	Differenz.
5	5,90	5,99	+ 0,09
10	10,94	10,93	— 0,01
20	20,96	20,78	— 0,18
40	40,68	40,31	— 0,37
60	59,96	59,61	— 0,35
80	78,83	78,69	— 0,14
100	97,26	97,56	+ 0,30

Die quadratische Reduktionsformel liefert bessere Werthe als die lineare, wie dieses für Anemometer grösserer Dimensionen schon von Stelling nachgewiesen ist. *Sp.*

Neu erschienene Bücher.

Kalender für Optiker und Mechaniker 1889. Herausgegeben von B. Pensky. Albin Schirmer, Naumburg a. S. M. 3,00 bezw. 3,50.

Mit der Herausgabe dieses Kalenders ist eine Lücke ausgefüllt, welche sich in unserem Fache täglich immer mehr bemerkbar machte und auch in der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik wiederholt hervorgehoben wurde. Es fehlte bisher ein Hilfsmittel, welches die zahlreichen für den Präcisionstechniker unentbehrlichen Angaben zusammenfassend enthielt und es darf daher das Erscheinen des vorliegenden Kalenders mit Freuden begrüsst und die Hoffnung ausgesprochen werden, dass derselbe sich allgemein einführen werde.

Bei der Mannichfaltigkeit der Einzelaufgaben innerhalb unseres Faches ist es natürlich, dass nicht allen Wünschen und Bedürfnissen in gleicher Weise genügt werden konnte. So

wird der Einzelne Manches vermissen, dessen Aufnahme für ihn gerade von Werth gewesen wäre. Auch allgemeiner empfundene Lücken werden hier und da auftreten; so wird z. B. das Fehlen der täglichen Deklinationen von zahlreichen Fachgenossen beklagt werden. Doch werden alle solche Wünsche jedenfalls in späteren Ausgaben Berücksichtigung finden und der Herausgeber bittet auch im Vorwort die Fachgenossen, Ausstellungen jeder Art ihm mitzutheilen, um ihn bei der Verbesserung und Vervollständigung des Kalenders zu unterstützen.

Die Einrichtung des Kalendariums ist recht zweckmässig; je zwei Seiten umfassen eine Woche, in welcher für den Sonnabend eine halbe Seite frei bleibt. Der textliche Inhalt ist in sechs Hauptabtheilungen gegliedert: Mathematik, technische Tabellen, physikalisch-chemische Tabellen, Mechanik, Optik und Allgemeines.

Wir müssen es uns versagen, an dieser Stelle auf den reichen Inhalt näher einzugehen und wollen nur hervorheben, dass die Darstellungsweise der als praktische Mechanik bezeichneten Abtheilung diese dem Praktiker besonders schätzbar macht. Die gegebenen Fingerzeige, aus der Praxis entnommen, werden zwar Manchen entbehrlich, der Mehrzahl aber nützlich und willkommen sein. Es ist zu wünschen, dass diese Abtheilung allmälig an der Hand praktischer Erprobungen erweitert werden möge.

Der Abschnitt „Optik“ ist etwas zu allgemein gehalten. Zwar findet man neben einer zusammenfassenden und klar gehaltenen Darstellung der hauptsächlichsten optischen Erscheinungen die allgemeinen optischen Formeln zur Bestimmung der Bildpunkte, Fundamentalpunkte in optischen Systemen u. s. f., allein es wäre erwünscht, wenn auch die Vereinfachungen der Formeln in ihrer Anwendung auf besondere, häufig vorkommende Aufgaben der praktischen Optik, wie z. B. einfache Formeln für die Hauptarten von Okularen, für Vergrösserung, Gesichtsfeld und Helligkeit von Fernrohren und Mikroskopen, vielleicht unter Anfügung von Beispielen, in einer dem praktischen Optiker näher liegenden Form gegeben würden.

In der letzten Abtheilung findet sich eine für den Werkstattsbetrieb nützliche Lohntabelle, sowie eine nach unserer Meinung an dieser Stelle entbehrliche Tabelle von Angaben über Fehlergrenzen und Einrichtung von Normalmaassen, Gewichten und Waagen, welche zur Ausrüstung der Aichämter gehören; es erscheint uns vortheilhaft, dafür künftig die Fehlergrenzen der zur Aichung bezw. im Verkehr zugelassenen Maasse, Gewichte und Waagen aufzuführen. Ebenso dürften die Auszüge aus dem Patentgesetz und der Gewerbeordnung eine weitere Kürzung vertragen, wodurch für die hauptsächlichsten Bestimmungen des Krankenkassen- und Unfallversicherungsgesetzes Platz gewonnen würde. Die Form des Kalenders ist handlich und der Druck des Textes gut, wenn auch von Druckfehlern nicht frei. Die Tafeln sind im Allgemeinen recht übersichtlich angeordnet; nur in einigen wenigen Fällen würden bei künftigen Ausgaben auch hier, sei es durch Wahl anderer Typen, sei es durch umfassendere Spaltenüberschriften oder Beifügung von Beispielen noch Verbesserungen anzubringen sein.

Zum Schluss soll aber nicht unterlassen werden, dem Verleger gegenüber die Befürchtung auszusprechen, dass die wünschenswerthe allgemeine Einführung des Kalenders durch seinen hohen Preis (3 M. bei ziemlich dünnem und daher wenig dauerhaftem Einband) wesentlich beeinträchtigt werden könnte. Der Preis sollte so niedrig gesetzt werden, dass nicht nur jede Werkstatt, sondern auch jeder bessere Gehilfe leicht in der Lage ist, sich den Kalender anzuschaffen. *C. Bamberg* und *H. Haensch.*

Chemiker-Kalender 1889. Herausgegeben von Dr. R. Biedermann. Zehnter Jahrgang. Mit einer (Tabellen enthaltenden) Beilage. Berlin. Julius Springer. M. 3,00.

Der soeben erschienene zehnte Jahrgang des Chemiker-Kalenders ist seinen Vorgängern gegenüber durch Berücksichtigung der neuesten Untersuchungen vielfach erweitert worden. Die zahlreichen mathematischen, physikalischen und technischen Tabellen der Beilage bieten auch über die Kreise des Chemikers hinaus vielseitiges Interesse. In welcher Weise der Umfang des Kalenders wächst, zeigt sich aus einer Vergleichung mit einem der früheren Jahrgänge; während z. B. der Jahrgang 1885 in dem Kalender 152 und in der Beilage 93 Tafeln und Tabellen enthielt, weist der neueste Jahrgang deren 214 bezw. 139 auf. *W.*

Vereinsnachrichten.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik. Sitzung vom 6. September 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Dr. Plato hielt den angekündigten interressanten Vortrag über moderne Wetterprognose.

Herr B. Pensky macht Mittheilung vom Erscheinen eines von ihm bearbeiteten *Kalenders für Optiker und Mechaniker* (Vgl. S. 438 dies. Heftes) und richtet an die Versammlung die Bitte, ihn auf etwaige Lücken des Kalenders aufmerksam zu machen und ihm so bei späteren Ausgaben des Hilfsbuches thätige Beihilfe zu leisten. Herr Fuess, der im Verein mit Anderen die Herausgabe des Kalenders angeregt hat, fügt hieran einige Worte über die Nothwendigkeit eines solchen Hilfsmittels für unser Fach und stellt eine spätere Besprechung des Buches der Gesellschaft anheim.

Zur Vorbereitung der Feier des Stiftungsfestes, welche für den 1. Dezember in dem Vereinslokal in Aussicht genommen ist, wird der alte Vergnügungsausschuss, bestehend aus den Herren Haensch, Hannemann, Oeltjen und Seidel, mit dem Rechte der Zuwahl, durch Zuruf wiedergewählt.

Sitzung vom 20. November 1888. Vorsitzender: Herr Stückrath.

Herr Fuess macht die angekündigte Mittheilung über einen neuen registrirenden Regenmesser. Der Vortragende giebt zunächt einen kurzen Ueberblick über die gebräuchlichsten bisherigen Instrumente dieser Art, von denen als die bekanntesten ein von Hottinger in Zürich und der von Dr. R. Sprung und dem Vortragenden konstruirte erwähnt sein mag. (Vgl. über letzteren *diese Zeitschr. 1883 S. 192.*) Beide registriren die Regenmenge intermittirend auf einem durch Uhrwerk fortlaufend bewegten Papier. Beim ersteren wird die Wirkung des Wassergewichtes auf eine Spiralfeder benutzt, deren Bewegungen aufgezeichnet werden, der zweite wirkt durch den hydrostatischen Druck der Wassersäule auf ein Quecksilbermanometer, das einen den Zeichenstift tragenden Schwimmer bewegt. Sobald die Wassersäule eine bestimmte Höhe erreicht hat, tritt ein Heberrohr in Wirksamkeit und führt das Manometer auf seinen Anfangsstand zurück, worauf das Spiel von Neuem beginnt. Die mehrfachen Mängel dieser Apparate, welche namentlich durch die Nothwendigkeit der räumlichen Zusammenfassung von Auffangapparat und Registrirapparat im ersteren, sowie durch die Schwierigkeit der Anlage und die Beschränkung in der Wahl der Höhenlage dieser beiden Hauptbestandtheile im letzteren Falle sich bemerkbar machten, haben den Vortragenden in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Sprung zur Konstruktion eines neuen registrirenden Regenmessers veranlasst. Da derselbe nach seiner Erprobung in dieser Zeitschrift eingehend beschrieben werden wird, so mag hier nur das Princip erwähnt werden. Das Auffanggefäss entleert sich in einen kleinen Schaukeltrog. Bei jeder Kippung desselben wird ein Strom geschlossen, welcher die Registrirung an einer beliebig entfernten Stelle besorgt. Dabei wird der Papierstreifen entsprechend der Regenmenge fortbewegt und eine proportionale Bewegung des Schreibstiftes durch ein Uhrwerk besorgt. Jede Vorwärtsbewegung des letzteren wird während einer Stunde beendet und der Stift dann in die Anfangslage zurückgebracht, während zugleich der Papierstreifen um 0,5 *mm* vorwärts geschoben wird, um die Stunde zu markiren. Der Papierverbrauch ist sehr gering, da in regenlosen Tagen der Weg desselben nur 12 *mm* beträgt. Die Aufstellung der feineren registrirenden Theile kann in beliebiger Entfernung vom Auffanggefäss erfolgen. Zur Erhaltung der Kontaktstelle durch Verminderung des Oeffnungsfunkens ist in die Leitung parallel zum Elektromagneten ein Nebenschluss von grossem Widerstande eingeschaltet. Die Konstruktion des Apparates wurde vom Vortragenden durch Skizzen, sowie durch ein ausgeführtes Exemplar, welches durch einen künstlichen Regen in Thätigkeit gebracht war, veranschaulicht.

Herr Dr. Rohrbeck legt eine Modifikation der bei Wärmeregulatoren benutzten, bekannten Koch-Pfeil'schen Hähne für automatischen Abschluss vor. Das Princip der letzteren, durch die Flamme zwei Breguet'sche Spiralen erwärmen zu lassen, deren Be-

wegung auf eine Scheibe übertragen wird, ist beibehalten. Die Neuerung besteht in der Verwendung der Spannung einer Feder zum Schliessen des Hahnes anstatt eines durch Gewicht qeschwerten Hebels, sobald nach Verlöschen der Flamme die Spiralen erkalten, dadurch die Scheibe gedreht und einem am Hahn sitzenden Fortsatze die Unterstützung entzogen wird. Die Anwendung der Feder- an Stelle der Gewichtswirkung kann bei sehr beschränktem Raum vortheilhaft sein. Beide Einrichtungen sind mit provisorischen Arretirungen versehen, welche in Form drehbarer Riegel vorgeschoben werden, um den Hahn geöffnet zu erhalten, bis die Spiralen durch die entzündete Flamme erwärmt sind. Bei der neuen Form ist dieser Riegel so an der drehbaren Scheibe befestigt, dass er sich von selbst auslöst, sobald die Spiralen in Funktion treten. Bei der älteren Form geschah dies nicht selbstthätig, sondern der Riegel musste von Hand fortgedreht werden, nachdem die Spiralen sich erwärmt hatten. — Ferner sprach Hr. Dr. Rohrbeck über die Einrichtung von Trockenschränken, um in ihnen selbst bei etwas einseitiger Beeinflussung grössere Temperaturdifferenzen verschiedener Stellen des Trockenraumes auszuschliessen. Die Einrichtung, bei welcher über der von der Flamme bestrichenen Bodenplatte ein Luftraum angeordnet ist, der einerseits mit dem Innern des Schrankes, andererseits mit der äusseren Luft in Verbindung steht, genügt für hohe Temperaturen über 100° nicht mehr, zumal wenn durch Zug oder andere Einflüsse die Erwärmung etwas einseitig wirkt. Der Vortragende hat mit Vortheil die dann leicht auftretenden Temperaturdifferenzen von 20 bis 25° wesentlich vermindert, indem er die erwähnte Luftkammer durch eine Querwand theilte und in die so entstandenen Abtheilungen je zwei schornsteinartige Röhren einfügte. Erwärmt sich, lokal beeinflusst, die eine Seite stärker als die andere, so braucht man nur durch einseitiges Verschliessen der gegenüberliegenden Schornsteine die Luft zu zwingen, vornehmlich die stärker erhitzte Seite zu ventiliren, um die Temperaturdifferenzen bis auf ein Minimum herabzudrücken. Beispielsweise gelang es dem Vortragenden beim Erhitzen des Trockenschrankes auf 180 bis 200°, als durch Zugluft die Flamme nach links abgelenkt und dadurch eine Temperaturdifferenz von etwa 20° hervorgerufen wurde, durch Schliessen der Ventilationsröhren rechts einen Ausgleich der Temperatur bis auf etwa 1 bis 2° zu erreichen. — Schliesslich skizzirte der Vortragende einen sehr bequemen von Zülzer angegebenen kleinen Apparat zur Untersuchung des Harns auf Zucker und Eiweiss. Derselbe besteht aus einer Uförmig gebogenen Röhre mit verschieden weiten Schenkeln, von denen der weitere mit einer Marke versehene zur Aufnahme des Harnes bestimmt ist, während der andere zur Aufnahme des Reagens dient. Zur Erkennung von Eiweiss verwendet man konzentrirte Chromsäurelösung, zur Erkennung von Zucker Kupfervitriollösung und Natronlauge, welche in den engen Schenkel gegossen den Harn verdrängen und an der Trennungsfläche Eiweiss bezw. (bei Vorhandensein von Zucker) Kupferoxyd ausscheiden. Das Bequeme der Methode liegt darin, dass beide Processe auch ohne besondere Erwärmung bei mittleren Temperaturen schnell verlaufen.

Herr Haensch demonstrirte ein Exemplar der Wolz'schen Lampe. (Vgl. *diese Zeitschrift 1888, S. 257*). Einer beliebigen Lichtquelle ist das gerade abgeschliffene Ende eines aus weissem Glase von geringer Absorption passend gebogenen Glasstabes gegenüber gestellt. Das nahezu senkrecht zur Endfläche eintretende Licht wird durch totale Reflexionen im Glasstabe fortgepflanzt und tritt am freien Ende, nur durch die Absorption im Glase geschwächt, aus. Es wurde gezeigt, wie durch Anfügen eines zweiten Glasstabes an den ersten das Licht in derselben Weise weiter geleitet werden kann. Herr Haensch macht darauf aufmerksam, dass die Anwendbarkeit dieses Beleuchtungsmittels für Mikroskopie eine geringere ist, als vielfach angenommen wird, da bei stärkeren Systemen, welche für konvergent auf das Objekt auffallende Beleuchtung korrigirt sind, diese Korrektion völlig aufgehoben wird, da das aus dem Glasstab herraustretende diffuse Lichtbündel stark divergirt. Indessen dürfte die Lampe vielfach zur Beleuchtung von Skalen, Theilungen u. s. w. verwendbar sein.

Die aus der Mitte der Gesellschaft gestellte Frage nach dem Ursprunge des Namens „Brille“ wird dahin beantwortet, dass derselbe wahrscheinlich aus *Beryll*, dem Material, aus

welchem neben Bergkrystall in früherer Zeit Linsen hergestellt wurden, entstanden ist. — Die Versammlung beschliesst endlich die Stiftung eines Gedenksteins für das Grab des verstorbenen Mitgliedes und Vereinsbeamten Linemann.

Der Schriftführer: *Blankenburg.*

Patentschau.

Besprechungen und Auszüge aus dem Patentblatt.

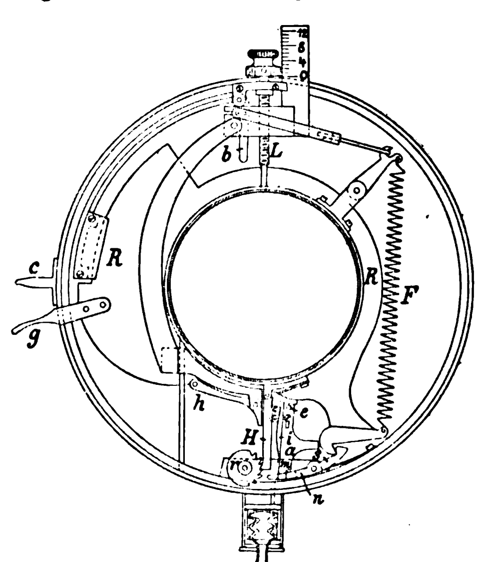
Schraubenspindeln oder Schraubenmuttern mit Rollkugeln. Von A. Schütz, E. Schultes und R. Plücker in Solingen. No. 43588 vom 18. December 1887.

Um Schrauben eine leichte Gangart zu geben und die Herstellung von Muttern zu vereinfachen, werden Muttern *m* ohne Gewinde benutzt. Diese sind mit entsprechenden Aushöhlungen versehen, in welchen an Stelle des Gewindes die Kugeln *a* Platz finden, die beim Drehen der Schraubenspindel in dem Gewinde rollen. Bei der umgekehrten Einrichtung sind die Kugeln in Aushöhlungen der Schraubenspindel *s* angebracht, während sich in diesem Falle das Gewinde in der Mutter *m* befindet.

In der beschriebenen Ausführung dürfte die Einrichtung wenig Vortheile bieten, da die in Aushöhlungen ruhenden Kugeln sich kaum drehen, sondern festliegen werden, jedenfalls aber in einem der beiden Theile gleitende Reibung erfahren. Für gewisse Fälle, in denen eine sehr leichte Beweglichkeit von Schraube und Mutter gegeneinander gewünscht wird, liesse sich eine andere der vorbeschriebenen Einrichtung ähnliche Anordnung treffen, indem Spindel und Mutter mit Gewindegängen von solcher Form und Weite versehen werden, dass sie Platz zur Aufnahme einer Reihe von Rollkugeln bieten. Auch bei einer solchen Anordnung findet keine reine Rollbewegung statt; sie erfordert eine ziemlich lange Mutter und kann wegen der zahlreichen möglichen Fehlerquellen höheren Präcisionsanforderungen kaum genügen.

Vorrichtung zum Reguliren, Abblenden und plötzlichen Unterbrechen der Exposition an Momentverschlüssen. Von Prigge und Heuschkel in Sonneberg. No. 43561 vom 10. Juli 1887.

Der Verschluss des Objektivs wird bei dieser Vorrichtung durch dünne Metallplättchen bewirkt. Auf einem Ansatz des Deckels dreht sich der Regulirring *R*, an dem die Feder *F* befestigt ist. Wird der Griff *g* gegen den Steg *c* gedrückt, so wird die Feder gespannt und der Ring *R* durch den Sperrhaken *s* gehalten. Durch Zusammendrücken eines Gummiballes wird der Sperrhaken *s* niedergedrückt, dadurch der Ring *R* frei und durch die Feder *F* in Drehung versetzt. Der Verschluss erfolgt in dem Augenblick, wo die kurvenförmige Kante des Ringes *R* den Winkelhebel *h* hebt und dadurch den Winkelhebel *H* aus den Zähnen des Sperrrades *r* entfernt.

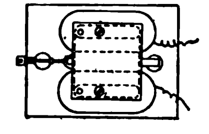


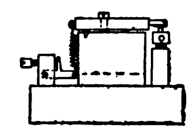
Die Unterbrechung der Exposition vor der eingestellten Zeit erfolgt durch Vermittelung des Stützhebels *a*, der mit einem Ansatz *m* versehen ist, welcher einem Ansatz *n* des Sperrhakens *s* gegenüber liegt. Wird durch einmaligen Gebrauch des pneumatischen Auslösungsballes der Sperrhaken *s* niedergedrückt, so wird dadurch der Regulirring *R* freigelassen, der Stützhebel *a* aber nicht unmittelbar beeinflusst, da derselbe durch den Regulirring *R*, so lange dieser von dem Sperrhaken *s* gehalten wird, so weit nach links gedrängt wird, dass die Ansätze *m* und *n* sich nicht berühren können. Hat aber der Regulirring *R* den Sperrhaken *s* verlassen, so wird der Stützhebel *a* durch eine Feder *i* so weit nach rechts bewegt, dass sich die Ansätze *m* und *n* gegenüberliegen. Beim nochmaligen Gebrauch des Auslösungsballes

nimmt also der Stützhebel *a* an der Bewegung des Sperrhakens *s* Theil und entfernt dadurch mittels des Stiftes *e* den Winkelhebel *H* aus den Zähnen des Sperrrades *r*, wodurch der Verschluss bewirkt wird.

Neuerungen in der Konstruktion von Relais grosser Empfindlichkeit. Von Siemens & Halske in Berlin. No. 43412 vom 22. November 1887.

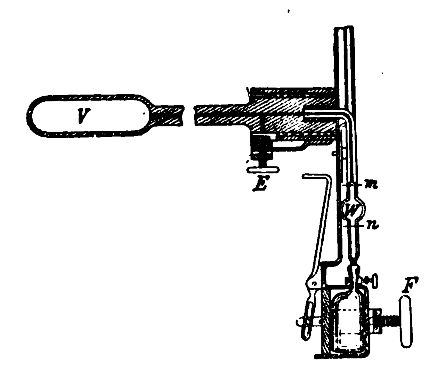
Die Neuerungen beziehen sich auf Relais mit bandförmigen Elektromagneten und bestehen in der Anordnung der durch Eisen- oder Stahl-Schneiden oder -Spitzen direkt auf dem Eisen der Elektromagnetpole gelagerten Ankerplatte, welche dem in den Magnetschenkeln zurückbleibenden Magnetismus nach Aufhören des Stromes gestattet, sich nach der Drehaxe zu ziehen, wo er keine schädliche Anziehungskraft ausüben kann.

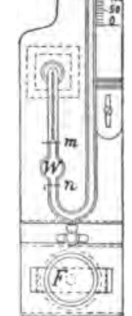




Verfahren und Apparat zur Bestimmung von Temperaturen und des Barometerstandes. Von J. G. Wiborgh in Stockholm. No. 43958 vom 20. Januar 1888.

Der Apparat besteht aus einem mit Luft gefüllten Thermometergefäss *V*, welches durch eine enge Rohrleitung mit einem Quecksilbermanometer in Verbindung gebracht ist. Der angeschlossene Schenkel des letzteren hat eine kugelförmige Erweiterung *W*, unter und über welcher je eine Marke *n*, *m* angebracht ist. Mit dem tiefsten Punkte des U förmig gebogenen Manometerrohres steht mittels eines Rohransatzes ein mit Quecksilber gefüllter Beutel in Verbindung, aus dem mittels der Schraube *F* Quecksilber in das Rohr getrieben werden kann. Das Thermometergefäss und der kurze Schenkel des Manometers können durch eine mittels der Schraube *E* verschliessbare Oeffnung mit der äusseren Luft in Verbindung gebracht werden. Das Thermometergefäss *V* bleibt in dem Raume, dessen Wärmegrad bestimmt werden soll, so lange, bis es die Temperatur desselben angenommen hat. Während dieser Zeit wird die Schraube *E* so gestellt, dass die Luft in den Kugeln *V* und *W* mit der äusseren Luft in Verbindung steht. Nachdem hierauf das Quecksilber des Manometers mittels der Schraube *F* in gleiche Höhe mit der Marke *n* gebracht worden ist, wird die Verbindung mit der äusseren Luft abgeschlossen und das Quecksilber durch die Schraube *F* weiter bis an die Marke *m* hinaufgepresst. In Folge dessen wird die Luft vom Volumen $V + W$ auf das Volumen *V* vermindert und der vom Manometer angezeigte Druck würde in dem durch Versuche ein für alle Mal festzustellenden Verhältniss $V + W : V$ vermehrt sein, wenn in *V* und *W* gleiche Temperaturen herrschten. Ein Unterschied der Temperaturen in *W* und *V* verändert diesen empirisch bestimmten Manometerstand und kann somit an einer Skale abgelesen werden. Die gesuchte Temperatur erhält man also, indem man die auf der Skale abgelesene Gradzahl zu dem Wärmegrad der eingepressten Luft addirt, welcher in gewöhnlichen Fällen mit der Temperatur der umgebenden Luft gleich ist, anderenfalls aber auch durch ein in die Kugel *W* eingesetztes Thermometer bestimmt werden kann.





Ausser diesem Instrumente enthält die Patentschrift noch verschiedene Einrichtungen, welche den Gebrauch desselben zu Temperaturbestimmungen erleichtern und es für Barometerbeobachtungen geeignet machen.

Additionsmaschine. Von M. Mayer in München. No. 44398 vom 11. November 1887.

Durch die Beschränkung auf eine dreizifferige Summe wird bei dieser Additionsmaschine der Hinüberzählungsmechanismus entbehrlich. Das für die Angabe der Einer- und Zehnerstellen mit 100 Zähnen versehene horizontale Zahnrad ist in Verbindung mit einem durch ein Zahngetriebe nach je einer Umdrehung desselben um eine Ziffer vorwärts bewegten Rades gebracht, das für die Angabe der Hunderter durch einen Mechanismus um die der zu addirenden Zahl entsprechende Anzahl Zähne gedreht wird. Die Einstellung auf Null des grossen Zahlenrades wird durch Drehung und Abwärtsdrücken einer charnierartig an dessen Axe befestigten und mittels Feder nach aufwärts gedrückten Kurbel bewirkt.

Verfahren zur Herstellung von Metallgloben. Von C. Koch in Strassburg i. E. No. 44430 vom 15. November 1887.

Auf eine an beiden Polen mit Zapfen versehene steinerne Kugel wird auf der Drehbank, von beiden Polen beginnend, ein Draht aufgesponnen. Darauf werden die so entstandenen Halbkugeln von der Steinkugel abgenommen und am Aequator zusammengelöthet. Die Fugen der nunmehrigen Hohlkugel werden entweder mit Gyps oder mit Zinn ausgefüllt, worauf die auf diese Weise erhaltene Kugel mit der für sie passenden Karte beklebt wird oder die entsprechenden Gebilde auf derselben mittels der galvanoplastischen Methode hergestellt werden.

Neuerungen an Phonographen und Phonogrammen. Von Th. A. Edison in New York und G. E. Gouraud in Beulah Hill, England. No. 44173 vom 8. Januar 1888.

Das hohlcylindrische oder hohlkonische, aus einer Wachsmischung bestehende Phonogramm wird auf einen Kern geschoben, der auf einer durch einen Elektromotor getriebenen Welle sitzt. Der Laut-Schreiber, sowie der Laut-Sprecher sind in verstellbaren Rahmen angeordnet, die mittels einer Leitschraube am Phonogramm entlang bewegt werden oder auch durch Zurückklappen ausser Eingriff mit dieser Leitschraube gebracht werden können. Der Laut-Schreiber besteht aus einem Diaphragma, mit welchem eine von einem Hebel gehaltene Schreibspitze durch eine Feder in Verbindung steht, die das Diaphragma etwas nach der Sprechöffnung zu ausbiegt, um ihm eine gewisse Anfangsspannung zu geben und es dadurch empfindlicher zu machen. In ähnlicher Weise ist das Diaphragma des Laut-Sprechers durch einen elastischen Steg mit der abtastenden Spitze verbunden. Mit dem Phonographen sind gleichzeitig Schabe- und Glättvorrichtungen zur Bearbeitung der gegossenen oder gepressten Wachs-Phonogramme vor deren Benutzung verbunden.

Für die Werkstatt.

Rohrbacke für Schraubenschlüssel. *Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt 1888. S. 495.*

Um Rohre und überhaupt runde Stücke halten und drehen zu können, wird die Anwendung der in beistehender Fig. 1 abgebildeten Backe empfohlen, welche von A. H. Atwater in East Orange, New York, angefertigt wird. Aus Fig. 2 ist die Anwendung derselben ersichtlich.

Fig. 1.

Eine demselben Zweck dienende aber viel bequemere und handlichere Einrichtung, welche namentlich für kleinere Arbeiten sehr vortheilhaft und leicht herzustellen ist, lernte Ref. während seiner praktischen Ausbildung bei E. Rekoss in Königsberg kennen und bediente sich ihrer in seiner späteren Praxis. Dieselbe ist in einigen Werkstätten unter dem Namen „Hechtschnauze" bekannt und besteht (vgl. Fig. 3) in einem Stück Flachstahl mit keilförmiger Aussparung, deren eine Seite mit gehärteten Zähnen, wie in der Figur angedeutet, versehen ist. Der Keilwinkel ist 35 bis 45 Grad gross zu wählen. Die Wirksamkeit des Werkzeuges ist leicht ersichtlich; durch die Keilwirkung drücken sich die Zähne in das Material des zu drehenden Rundstückes und verhindern das Gleiten. Natürlich ist dies nur für rohe oder unfertige Gegenstände anwendbar und leistet namentlich beim Einschrauben und Lösen kleinerer Futter vortreffliche Dienste, da es für die verschiedensten Durchmesser sowie durch blosses Wenden zum Festziehen und Lösen verwendbar ist. Die Kreise in Fig. 3 zeigen den bedeutenden Unterschied der Durchmesser, für welche ein solches Werkzeug verwendbar ist. Bei der Leichtigkeit der Herstellung und der Bequemlichkeit der Anwendung sollte dasselbe auf jeder kleineren Drehbank vorhanden sein, in deren Spindel sich ein Futtergewinde befindet. Für kleinere Durchmesser, bis etwa 20 *mm*, genügt schon Sägeblattstahl von 1 bis 1,5 *mm* Stärke. *P.*



Fig. 2.

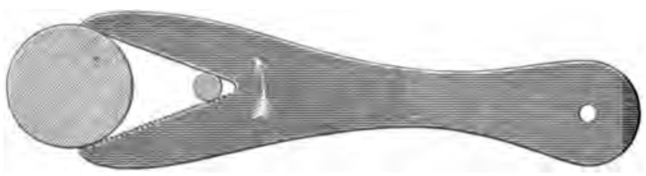


Fig. 3.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Otto Lange in Berlin C.

Namen- und Sach-Register.



